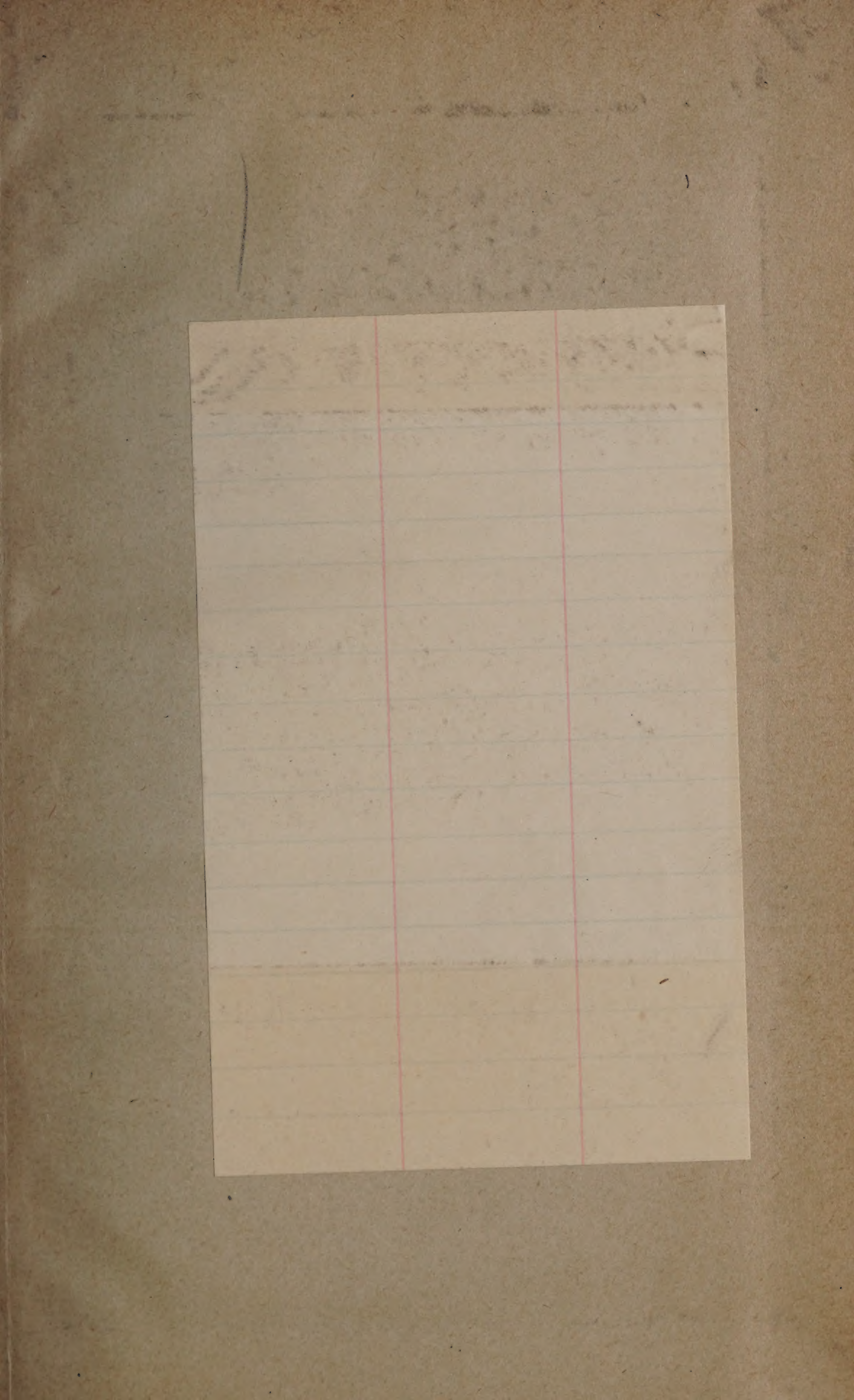




GUIDE PRATIQUE

DU

FABRICANT DE SUCRE

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

QUI SE TROUVENT A LA MÊME LIBRAIRIE.

—

TRAITÉ PRATIQUE DE LA CULTURE ET DE L'ALCOOLISATION DE LA BETTERAVE. Résumé complet des meilleurs travaux faits jusqu'à ce jour sur la betterave et son alcoolisation. 2e édition, 1 vol. in-12, 216 pages. 1859. Prix : 2 francs.

TRAITÉ COMPLET D'ALCOOLISATION GÉNÉRALE. Guide du fabricant d'alcools, renfermant la marche à suivre pour obtenir l'alcool de toutes les substances alcoolisables; les moyens de débarrasser l'alcool des odeurs propres et de celles d'empyreume, ainsi que l'indication des rendements, au point de vue de la fabrication, par les méthodes les plus économiques, et toutes les règles, formules et tables de réduction qui peuvent être utiles au distillateur. 1 vol. in-12, 504 pages, 3 pl. et tableau. 2e édition, revue et augmentée. 1857. Prix : 6 francs.

LE PAIN PAR LA VIANDE. Organisation de l'industrie agricole. 1 vol. in-8, 178 pages. 1853. Prix : 2 francs.

CHIMIE DE LA FERME. Leçons familières sur les notions de chimie élémentaire utiles au cultivateur, et sur les opérations chimiques les plus nécessaires à la pratique agricole. 1 vol. in-18, 388 pages et bois dans le texte. 1858. Prix : 3 fr. 50 c.

PARIS. — TYP. HENNUYER, RUE DU BOULEVARD DES BATIGNOLLES, 7.

GUIDE PRATIQUE

DU

FABRICANT DE SUCRE

CONTENANT

L'ÉTUDE THÉORIQUE ET TECHNIQUE
DES SUCRES DE TOUTE PROVENANCE, LA SACCHARIMÉTRIE CHIMIQUE ET OPTIQUE,
LA DESCRIPTION ET L'ÉTUDE CULTURALE DES PLANTES SACCHARIFÈRES,
LES PROCÉDÉS USUELS
ET MANUFACTURIERS DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE,
ET LES MOYENS D'AMÉLIORER
LES DIVERSES PARTIES DE LA FABRICATION.

Avec de nombreuses figures intercalées dans le texte.

PAR N. BASSET,

AUTEUR DE PLUSIEURS OUVRAGES D'AGRICULTURE
ET DE CHIMIE APPLIQUÉE.

PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE
E. LACROIX,
15, QUAI MALAQUAIS, 15.

1861

TABLE DES CHAPITRES.

APPENDICE.

DOCUMENTS COMPLÉMENTAIRES.

INTRODUCTION.

De toutes les industries qui se rattachent à l'alimentation celle du *fabricant de sucre* se recommande plus vivement que toutes les autres à l'attention publique. Mises à part les industries d'*alimentation directe*, comme la meunerie, la boulangerie, la boucherie, etc., aucune autre n'offre un aussi puissant intérêt, soit à la spéculation théorique, soit surtout à l'application, à la pratique manufacturière. C'est principalement de celle-ci qu'il est question dans ce livre, que nous avons écrit en vue des hommes de *pratique*, afin de réunir, pour leur usage, dans un cadre aussi complet que possible, les renseignements épars dans la science.

Nous avons voulu grouper en un faisceau tout ce que l'on sait de plus positif sur le sucre en général, sur ses variétés, et leurs divers modes de préparation ou d'extraction, et créer ainsi un véritable *Vade-Mecum*, un *Guide-Pratique* pour l'industriel, induit trop souvent en erreur sur la foi des théories.

La *sucrerie*, issue de l'agriculture et l'une des plus belles gloires de l'industrie agricole, se rattache aux besoins les plus considérables des sociétés modernes. Source de richesse pour l'homme du sol, producteur de la matière première, elle est un des éléments de la prospérité nationale, la base de fortunes

honorables pour les particuliers qui en ont fait leur spécialité.

Sans la sucrerie, la splendeur du nouveau monde n'aurait pu atteindre les colossales proportions auxquelles elle est parvenue, et l'on peut hardiment affirmer que c'est par la sucrerie que l'agriculture européenne a commencé à marcher dans la voie du progrès industriel.

Des obstacles de tout genre ont entravé la marche de l'industrie sucrière, mais ces obstacles mêmes plaident en faveur de cette puissante industrie. Les crises alimentaires, commerciales, politiques, le vague et l'incertitude des procédés culturaux ou de fabrication, les exigences fiscales, etc., ont tour à tour lutté contre la sucrerie exotique ou indigène, et ce dont on doit le plus s'étonner aujourd'hui, c'est que cette dernière, plus maltraitée encore que l'industrie coloniale, ait pu franchir tout ce qui s'opposait à sa réussite, et qu'elle ait résisté aux éléments de destruction suscités par les hommes ou les circonstances.

Placées, l'une vis-à-vis de l'autre, en adversaires, lorsqu'elles pouvaient se prêter un mutuel appui, la fabrication exotique et la sucrerie indigène auraient dû périr l'une par l'autre et succomber dans les luttes inconsidérées qui ont déterminé si souvent l'adoption de mesures imprudentes ou irréfléchies. Mais il y a dans cette industrie tant de force réelle, elle est tellement liée à l'existence des sociétés actuelles, qu'elle a tout surmonté et qu'on doit la regarder aujourd'hui comme indestructible. Elle peut souffrir dans beaucoup de circonstances, mais elle ne peut périr.

Nous aurons occasion d'exposer plus loin, dans les pages de ce livre, toute notre pensée sur les mesures intempestives dont la sucrerie a été l'objet, sur les améliorations dont elle serait susceptible et qui lui permettraient d'arriver en peu d'années à un état de perfection et de grandeur tel qu'on est en droit de l'espérer. Il y a certainement beaucoup à faire pour

cela, mais ce beaucoup exige surtout un bon vouloir intelligent, dont l'influence est capitale en pareille matière.

La sucrerie conduit directement à l'amélioration agricole par la suppression de la jachère et l'adoption de rotations comprenant des cultures sarclées ; elle mène à l'augmentation des nourritures pour le bétail, à la multiplication des fumiers, et, par conséquent, à la suppression de ces fatales disettes périodiques qui étreignent trop fréquemment les sociétés. Elle est, avec l'*alcoolisation*, un des moyens les plus sûrs de produire le pain et la viande par le bétail, et de rétablir l'équilibre dans les productions agricoles.

Si l'on ajoute à cela qu'elle produit une quantité considérable de déchets pour l'engrais du sol ou la nourriture du bétail ; si l'on comprend qu'elle est le fondement de l'industrie des alcools, qu'elle fournit à l'alimentation humaine un des produits les plus utiles, devenu aujourd'hui de première nécessité pour toutes les classes de la société, que le sucre est la base indispensable des boissons usuelles et des liqueurs, enfin, qu'il est le plus agréable et le plus sain des *condiments*, on sentira toute l'importance de la sucrerie, et de quelle nécessité il est de hâter les progrès de cette industrie par tous les efforts réunis de la théorie et de la pratique.

Que le sucre devienne accessible par son prix aux plus pauvres ouvriers, on verra bientôt diminuer la tendance à l'ivrognerie, cette lèpre hideuse de notre civilisation ; un grand nombre de maladies, causées par l'atonie et le relâchement des organes, disparaîtront sous la bienfaisante influence de ce *tonique* inoffensif, qui *ne fait*, en réalité, *de mal qu'à la bourse*, selon le proverbe naïf usité dans le vulgaire.

On doit ranger le sucre parmi les aliments excitants, respiratoires ou calorifiques; il *tonifie* les organes, favorise la digestion, augmente la chaleur vitale et produit l'embonpoint, sans avoir les inconvénients des matières féculentes, et sans imposer, comme elles, un travail considérable aux voies digestives.

Il serait à souhaiter que le sucre pût être livré à la consommation à un prix qui ne dépasserait pas 1 franc par kilogramme dans aucun cas, et ce problème est beaucoup moins insoluble qu'on ne le suppose généralement.

Jamais une industrie n'a intérêt à vendre cher et à gros bénéfice, mais bien à produire et à vendre beaucoup, en se contentant d'un gain modeste. Nous reviendrons sur cette idée lorsque nous examinerons quelles seraient les mesures les plus salutaires à prendre pour hâter les progrès de l'industrie sucrière.

L'histoire du sucre est assez obscure dans l'antiquité. On sait seulement d'une manière certaine que la canne à sucre était connue de temps immémorial dans la Chine et dans les Indes. On manque de détails sur les procédés de fabrication usités dans ces temps reculés, et les opinions les plus contradictoires ont été émises à ce sujet. Les uns ont prétendu que les anciens ignoraient l'art de cuire le sucre, les autres ont affirmé le contraire ; il nous semble que ces derniers sont plus près de la vérité.

On trouve, en effet, dans les écrits de Théophraste, de Lucain et de Sénèque, la mention d'un jus *sucré et doux*, d'une sorte de *miel*, produit par les *roseaux indiens*, et Varron porte le même témoignage. Ce jus sucré et mielleux serait bien le suc de la canne ; mais la description du *sel indien, blanc, sucré, cassant sous la dent*, extrait des roseaux, telle qu'elle résulte des expressions de Dioscoride, de Pline, de Paul d'Egine et de Galien, ne peut laisser aucun doute sur la connaissance qu'avaient les anciens du *sucre cristallisé.*

Il ne reste d'ailleurs aucun vestige des méthodes suivies pour obtenir le sucre à l'état concret, et l'usage de ce produit était borné à la médecine chez les Grecs et les Romains.

Des contrées asiatiques où la canne à sucre, le roseau indien, croissait sans culture vers les rives sacrées du Gange, en Mésopotamie, et probablement dans toute la partie méridionale, jusqu'au delà de la Chine, la connaissance de cette précieuse

plante se propagea dans l'Arabie heureuse, la Syrie et la vallée du Nil, puis, selon toute vraisemblance, dans le reste de l'Afrique. Peut-être même aurait-on de graves raisons de croire à l'existence de la canne dans toutes les contrées tropicales, bien avant l'époque moderne constatée par les historiens. Pour n'en citer qu'un seul exemple, on attribue à Henri de Portugal l'introduction de la canne à sucre à Madère (1420), tandis qu'il résulte d'un passage de Pline que les Iles Fortunées (Canaries) produisaient du sucre de son temps.

Quoi qu'il en soit, c'est aux Maures que la Sicile et l'Espagne durent la canne à sucre, et on a cultivait déjà avec avantage dans la première de ces contrées, avant 1150. Dans la seconde, la culture de la canne à sucre était florissante dans la partie soumise à la domination arabe; mais elle ne fit que décroître à partir de l'expulsion des Maures, et aujourd'hui même on ne peut compter l'Espagne comme un pays sucrier, malgré les ressources immenses que le sol et le climat de la péninsule hispanique offrent à cette riche industrie. Il en est de même de l'Italie, et ces deux pays, si florissants autrefois, dans lesquels l'agriculture était si fort en honneur, sont tombés au dernier rang sous ce rapport, en ce qui touche la production continentale.

On peut dire que la culture de la canne a disparu à peu près complétement dans l'agriculture de l'Europe, et c'est là une véritable calamité, car il est démontré que la canne peut donner d'excellents résultats dans toute la zone européenne qui correspond au climat de notre Provence et du Languedoc. Il ne serait pas difficile de rechercher les causes auxquelles on doit attribuer cette décadence, principalement en Italie, en Sicile et en Espagne; mais ces considérations nous entraîneraient trop loin et ne sont d'ailleurs que très-accessoires pour le sujet qui nous occupe.

Les témoignages les plus authentiques et les faits les plus irrécusables établissent que la canne à sucre existait en Amérique et y croissait naturellement avant la découverte du nou-

veau monde ; cependant, il paraît également démontré que Christophe Colomb y transporta cet utile végétal, et que les Espagnols importèrent en Amérique l'art de fabriquer le sucre, qui était totalement inconnu des indigènes. Les conquérants s'appliquèrent à multiplier la canne dans tous les endroits où elle n'existait pas, et leurs efforts furent couronnés d'un tel succès, qu'en 1506 la sucrerie était déjà en voie de prospérité à Saint-Domingue. Enfin, de 1643 à la fin du dix-septième siècle, les colonies anglaises, françaises, espagnoles, hollandaises, etc., de l'Amérique, généralisèrent la culture de la canne, et, en peu d'années, le nouveau monde se trouva en mesure de fournir à l'ancien continent des quantités considérables d'un produit qui, jusqu'alors, n'avait pas pénétré dans l'alimentation, et n'était considéré que comme une substance pharmaceutique.

L'histoire de la betterave vient naturellement s'annexer à celle de la canne ; mais nous n'en dirons qu'un mot à présent, au point de vue du sucre seulement. Margraff avait reconnu, dès 1747, l'existence du sucre prismatique dans le suc de betterave, et, quarante ans plus tard, Achard et Koppi cherchèrent à utiliser la betterave pour la production du sucre; mais leurs efforts ne furent pas couronnés d'un succès assez complet pour que la découverte de Margraff eût des résultats manufacturiers.

La gloire d'ajouter cette nouvelle industrie à la liste des travaux humains était réservée à la France. Le blocus continental, imaginé par Napoléon contre la puissance des Anglais, rivale et ennemie de la sienne, avait eu pour premier résultat d'empêcher l'arrivée des denrées d'importation dans nos ports. La science française, convoquée par le grand capitaine pour chercher à tirer de notre sol les produits dont le manque se faisait le plus vivement sentir, répondit à l'appel de l'Empereur par deux merveilles : l'industrie de la soude artificielle et celle de la sucrerie indigène furent fondées, et le 15 janvier 1812 Napoléon sanctionnait cette dernière de sa puissante autorité.

Depuis lors, l'histoire de la sucrerie peut se traduire aisément, sans recourir à l'exposé des faits dans leur ordre chronologique. L'antagonisme anti-rationnel qui s'éleva entre la sucrerie indigène et la sucrerie des colonies, les luttes passionnées qui en furent la conséquence au sein des assemblées parlementaires, les mesures intempestives ou illusoires, qui furent adoptées alternativement, nuisirent également à tous les intérêts, et malgré sa puissance, la sucrerie n'est pas encore sortie de la position critique qui lui a été faite par les discoureurs de tout ordre, représentant le plus souvent des personnalités, plutôt que des idées justes et sérieuses, avides de leur intérêt particulier, mais non désireux de la prospérité commune et soucieux du bien général.

Tout le monde se rappelle encore les vives discussions auxquelles a donné lieu la *question des sucres* en France et en Angleterre, et il est inutile que nous insistions sur ce pénible sujet. L'homme est partout le même, sacrifiant volontiers le bien d'autrui à son intérêt propre, mais se gardant bien de la réciprocité, malgré la haute justice qu'il y aurait à l'accomplir.

Nous n'avons pas eu en vue de tracer l'histoire de la sucrerie dans cette introduction à un livre d'application pratique ; notre intention n'a été que d'esquisser à grands traits les principales phases historiques de cette industrie, sans entrer dans des détails dont l'exposé exigerait plusieurs volumes ; aussi bien avons-nous hâte d'entrer en matière et d'aborder notre véritable sujet.

Il existe déjà quelques travaux et mémoires sur le sucre, à propos desquels nous n'avons pas à émettre de jugement absolu ; nous n'en critiquons et n'en blâmons aucun. Mais notre but n'est pas le même, et notre tâche est complétement différente de celle que les divers auteurs qui ont écrit sur cette matière semblent s'être proposé d'accomplir.

Nous divisons notre travail en deux parties, subdivisées en *cinq livres*.

Le *premier livre* comprend l'étude des sucres au point de

vue de leurs caractères physiques et de leurs propriétés chimiques, leur extraction, leur dosage ou la saccharimétrie, et la description ainsi que la culture des principales plantes saccharifères.

Le *deuxième livre* traite de la fabrication en grand des *sucres bruts*, prismatiques, amorphes ou sirupeux.

Ici s'arrête la première partie.

Le *troisième livre* est consacré aux opérations du *raffinage*.

Nous examinons dans notre *quatrième livre* les divers emplois que l'on peut faire des *résidus de la sucrerie*, puis nous étudions dans un *cinquième livre*, sous forme d'*appendice*, les questions relatives aux comptes de fabrication, ainsi que les questions de législation et de fiscalité. Chacune des deux parties de ce travail est suivie d'observations et de notes justificatives rendues nécessaires par l'abondance des matières, et nous avons suffisamment multiplié les gravures explicatives pour lever les difficultés qui pourraient se présenter à l'esprit.

C'est ici le lieu de dire un mot sur les procédés usités en sucrerie, afin que notre idée soit comprise sans difficulté et sans donner lieu surtout à de stériles discussions. Les procédés décrits par les inventeurs sont si nombreux, les appareils sont tellement multipliés, qu'il aurait été impossible de les mentionner tous. Nous avons donc fait un choix des méthodes et des appareils les plus connus, au point de vue de la description que nous avions à en donner, et nous avons indiqué, avec le plus de détails qu'il nous a été possible, les principes qui doivent servir de guide au fabricant dans la série de ses opérations. C'est sur l'ensemble de ces principes qu'il lui importe de se diriger dans le choix de ses méthodes et de ses appareils, et non point sur la futile renommée que l'on accorde aujourd'hui, de par la publicité, les annonces et les coteries.

En fait, nous n'avons voulu faire le procès à rien ni à personne, soit par notre silence, soit par notre critique, et ceux dont nous avons parlé, avec du blâme ou des éloges, n'ont à nous en savoir aucun gré. Nous nous sommes placé, en écri-

vant cet ouvrage, dans une condition d'esprit telle que nous ne nous sommes occupé ni de nous-même, ni de personne autre, mais bien de la sucrerie seule et de ses intérêts.

Il faudrait dix volumes pour faire connaître les bonnes choses relatives à la sucrerie, et vingt pour reproduire les absurdités dont elle a été l'objet, en sorte que le lecteur ne peut s'attendre à trouver ici, même en raccourci, l'analyse des idées qui ont pu traverser l'esprit des milliers d'inventeurs qui ont étudié la sucrerie.

Ce n'est nullement par esprit de parti pris que nous n'avons pas même mentionné un certain nombre d'inventions plus ou moins rationnelles, employées par l'industrie sucrière, et nous croyons que notre tâche devait être bornée à l'exposé des principes suivis ou à suivre en cette matière. Quelques personnes trouveront, sans doute, que nous aurions dû nous étendre sur les procédés et les appareils qui leur sont propres, mais nous ne pouvions adopter une telle marche sans manquer à notre but. D'ailleurs, comme nous donnons à la fin de notre deuxième partie la liste détaillée des principaux brevets relatifs au sucre, cette lacune se trouvera comblée d'une manière suffisante. On comprend aisément, par exemple, qu'après avoir décrit une râpe, une presse, un monte-jus, une chaudière à évaporer, un appareil à basse pression, etc., il nous était parfaitement inutile de consacrer du temps et de l'espace à d'autres appareils du même genre, dont les avantages particuliers peuvent être contestés, ou ne sont pas suffisamment démontrés. D'un autre côté, il nous aurait répugné profondément de faire le panégyrique de tels ou tels constructeurs, chacun sachant à quoi s'arrêter à cet égard.

Quoi qu'il en soit, notre plus ardent désir étant de faire de cet ouvrage un bon livre, digne d'être consulté avec profit, nous recevrons avec reconnaissance toutes les observations des hommes compétents, et nous ferons en sorte de maintenir ce travail à la hauteur de l'industrie sucrière. Nous ne reculerons devant aucun sacrifice de temps ni devant aucun

labeur pour l'améliorer dans l'ensemble et les détails, et, pour cela, nous réservons d'avance tout accueil à la critique des manufacturiers intelligents.

Qu'il nous soit cependant permis de dire, en finissant, que nous avons apporté dans cet ouvrage toute l'attention et toute l'exactitude d'observation qu'il nous a été possible d'atteindre. Ceux qui nous connaissent croiront sans peine à l'ardeur qui nous a soutenu dans l'étude de la question des sucres, complément et annexe indispensable de nos travaux sur l'alcoolisation et la fermentation. Vulgariser et mettre à la portée de tous les faits relatifs aux diverses industries agricoles ou basées sur l'agriculture, débrouiller le chaos dans lequel plusieurs de ces industries languissent encore, chercher par tous les moyens à les rendre accessibles à ceux qui veulent se donner la peine de comprendre et de réfléchir, tel est le but que nous poursuivons à l'égard de toutes les matières d'application et d'utilité publique dont nous avons pu acquérir une connaissance spéciale et suffisante.

GUIDE PRATIQUE

DU

FABRICANT DE SUCRE

Nous avons réuni dans ce volume toutes les questions théoriques relatives aux sucres, les notions de pratique afférentes à la culture des plantes saccharines, et tout ce qui se rapporte à la fabrication du sucre brut. Nous avons suivi, autant que possible, l'ordre logique et naturel, le plus simple et, par conséquent, le plus utile, dans les détails mêmes de la fabrication sucrière.

Nous croyons cependant devoir faire observer au lecteur que si nous avons donné à notre premier chapitre (liv. I) une certaine étendue, ce n'est pas sans en avoir mûrement calculé les conséquences. Il arrive trop souvent que des hommes, fort honorables d'ailleurs, se laissent entraîner à fabriquer des substances dont ils n'ont qu'une notion imparfaite ; nous avons voulu obvier à cet écueil pour les sucres en donnant, au sujet de ces matières, les renseignements scientifiques et techniques les plus complets et les moins contestables. Ce n'est donc pas, selon nous, un *temps perdu* que celui que l'on emploie à *étudier* la matière que l'on fabrique, et à l'apprécier sous tous les rapports ; nous sommes certain que le lecteur pensera comme nous à cet égard, pour peu qu'il veuille y réfléchir sérieusement.

LIVRE I.

ÉTUDE DES SUCRES ET DES PLANTES SACCHARIFÈRES.

CHAPITRE I.

DU SUCRE EN GÉNÉRAL ET DE SES ESPÈCES. — CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES SUCRES.

Le *sucre*, envisagé d'une manière générale, est un *produit immédiat de l'organisation vivante*, caractérisé par la propriété de pouvoir *fermenter*, en se dédoublant en *alcool et acide carbonique.* Aucun autre corps ne présente ce caractère, et toutes les fois qu'un *jus de plante*, un *liquide animal*, un corps quelconque, solide ou demi-solide, produit de l'alcool et de l'acide carbonique par l'action d'un ferment, de la *levûre de bière*, par exemple, en présence de l'eau, de l'air, et à une température donnée de $+15^0$ à $+25^0$ *en moyenne,* on peut affirmer la présence d'un *sucre.*

La *fermentescibilité* est le caractère le plus saillant des sucres, celui qui leur appartient à tous sans exception ; nous verrons tout à l'heure quels sont les caractères spécifiques par lesquels on peut les distinguer les uns des autres. Dans tous les cas, le sucre, quel qu'il soit, se forme dans l'*organisation végétale* par la combinaison de l'eau avec la matière gommeuse. On le produit aussi par diverses réactions chimiques sur le bois ou ligneux, sur la cellulose, la fécule, les gommes, etc., et l'art du chimiste est parvenu à imiter la nature, en produisant plusieurs espèces de sucres à l'aide de matières qui semblent en différer essentiellement au premier coup d'œil.

L'organisation animale peut aussi produire du sucre dans certaines conditions de maladie, et même, si l'on doit en croire une haute opinion scientifique, il se formerait du sucre dans le foie, à l'état normal, chez la plupart des mammifères ; mais

nous n'entrons pas dans les détails que comporterait cette question, purement théorique et de simple curiosité en ce qui concerne le fabricant, le producteur de sucre.

Quant au *miel*, qui est un mélange de divers sucres, on ne peut le regarder, d'une manière absolue, comme un produit animal, et, malgré le rôle important de l'abeille dans l'élaboration de ce corps, nous pourrons, sans inconvénient, le grouper à la suite des sucres végétaux avec lesquels il se confond d'une manière sensible.

La *miellée*, ou suc sucré contenu dans les *nectaires* ou glandes saccharifères des fleurs de la plupart des plantes, et sur certaines feuilles, est pompée par les abeilles à l'aide de leur trompe, et soumise dans leur estomac à un travail particulier qui la transforme en partie en sucre analogue à celui de raisin ; mais tous les matériaux du miel sont fournis par le végétal, en sorte que l'insecte ne joue ici qu'un rôle de fabricant, sans que la modification qu'il opère soit assez profonde pour changer complétement la nature de ce sucre. Ceci est tellement vrai, que les principes aromatiques enlevés aux fleurs et aux feuilles avec la miellée, certaines matières colorantes, des substances vénéneuses restent dans le miel après le travail de l'abeille, en sorte que l'on peut, dans beaucoup de cas, reconnaître aisément l'origine d'un miel à l'aide de ces divers caractères. Nous aurons, du reste, à nous occuper du miel d'une manière moins sommaire, et ce que nous venons d'en dire en peu de mots n'a d'autre but que de faire connaître les raisons pour lesquelles nous le faisons entrer dans le groupe des sucres végétaux.

Au surplus, le *sucre diabétique*, contenu dans les urines, ne diffère pas d'un sucre végétal que nous aurons à étudier sous les noms de *glycose, sucre de raisin*, etc. Nous pouvons donc passer complétement sous silence le sucre produit par l'organisation animale, car, malgré le haut intérêt qu'il présente aux médecins et aux physiologistes, il n'offre à l'industriel qu'une importance très-secondaire.

Avant d'entrer plus avant dans l'étude de l'origine des sucres et de leur nature particulière, nous croyons nécessaire d'exposer rapidement l'usage de quelques *équivalents* et de quelques *formules* de chimie que nous allons être forcé d'employer pour rendre notre pensée plus succincte et, en même

temps, pour faciliter l'intelligence des notions générales de physique et de chimie que nous devrons mettre sous les yeux du lecteur.

On est convenu de représenter tous les corps connus par leurs initiales; c'est ce qu'on nomme le *symbole* des corps. Ainsi, le *carbone* se représente par la lettre C, l'*oxygène* par O, l'*hydrogène* par H, etc. Tous les corps composés s'écrivent, d'après cette règle, en plaçant, à la suite les unes des autres, les initiales de leurs éléments. L'eau, par exemple, étant formée d'hydrogène et d'oxygène, se représente par les lettres HO, et ce signe ou symbole est le caractère écrit de l'eau pure. Mais ces lettres ne désignent pas seulement le corps dont elles rappellent l'idée, elles en indiquent encore une certaine *quantité pondérale,* un certain *poids,* qu'on nomme *proportion chimique* ou *équivalent* du corps donné. Les proportions ou équivalents sont des poids tels qu'ils peuvent se remplacer mutuellement dans une combinaison de même genre. Ils ont été, pour la plupart, déterminés rigoureusement par l'expérience pour tous les corps connus. Si nous prenons pour point de départ conventionnel une quantité pondérale 100 d'oxygène, nous verrons qu'il faut un poids 12,50 d'hydrogène pour former de l'eau ou *protoxyde d'hydrogène,* sans qu'il reste de l'un ou de l'autre des deux éléments. Un poids 75 de carbone peut se combiner également avec 100 d'oxygène pour former de l'*oxyde de carbone* CO ; il en est de même des poids 175 d'azote, 250 de calcium, etc.

Lors donc que l'on écrit les symboles ou formules HO, CO, AzO, CaO, on ne désigne pas seulement des composés d'hydrogène, de carbone, d'azote, de calcium avec l'oxygène, mais encore le poids des éléments qui entrent dans ces composés. On a :

HO =	Hydrogène......	12,50	= 112,50	d'*eau* (protoxyde d'hydrogène).
	Oxygène....	100		
CO =	Carbone.........	75	= 175	de protoxyde de carbone.
	Oxygène....	100		
AzO =	Azote...........	175	= 275	de protoxyde d'azote.
	Oxygène....	100		
CaO =	Calcium.........	250	= 350	de *chaux* (protoxyde de calcium).
	Oxygène....	100		

Les quantités pondérales 12,50 d'hydrogène, 75 de carbone,

175 d'azote, 250 de calcium, sont les *équivalents* de ces corps, et elles s'unissent à une même quantité 100 d'oxygène pour former des composés analogues ; elles sont dites chimiquement proportionnelles entre elles.

Voici la liste des équivalents de quelques corps simples que l'on rencontre dans les plantes saccharifères comme dans les autres végétaux, soit dans les principes organiques ou les principes organisés, soit encore dans les matières salines qui sont absorbées par le végétal.

Equivalents de quelques corps simples.

Noms.	Symboles.	Equivalents.
Oxygène......	O	100
Hydrogène....	H	12,50
Azote	Az	175
Carbone......	C	75
Soufre	S	200
Chlore	Cl	443,20
Phosphore....	Ph	400
Potassium	K	490
Sodium	Na	287,20
Calcium......	Ca	250
Magnésium...	Mg	151,30
Fer	Fe	350

Un exemple fera comprendre à la fois la signification et l'utilité des formules basées sur les équivalents.

L'alcool, soumis à l'analyse, se trouve composé de *carbone*, d'*hydrogène* et d'*eau;* l'eau est elle-même formée d'*hydrogène* et d'*oxygène*. On pourra donc représenter l'alcool par les lettres $C + H + HO$, lesquelles indiquent un corps formé de carbone, d'hydrogène et d'eau; mais ces lettres donneraient à l'esprit une idée fausse et incomplète des quantités pondérales proportionnelles de carbone, d'hydrogène et d'eau que renferme l'alcool, si elles n'étaient accompagnées d'une indication plus satisfaisante : en effet, le chiffre proportionnel du carbone est 75 et l'on sait par l'analyse que l'alcool en renferme quatre fois plus ou 300 parties. On complétera l'indication par un exposant et l'on écrira le carbone de l'alcool C^4 ou $C \times 4 = 75 \times 4 = 300$. De même le chiffre de l'hydrogène est 12,5; mais l'alcool en contient quatre fois plus ou H^4, ou $H \times 4 = 12,5 \times 4 = 50$. Ce corps renferme également deux proportions d'eau, ou $2HO$, ou $HO \times 2 = 112,5 \times 2 = 225$.

On pourra donc écrire l'égalité suivante :

« L'alcool *égale* $C^4 H^4 + 2HO$. »

Ou bien :

« L'alcool *égale* $C^4 = 75 \times 4 = 300, + H^4 = 12,5 \times 4 = 50, + 2\,HO = 112,5 \times 2 = 225$, soit, au total, 575 parties. » Ceci revient à dire, par la formule très-abrégée $C^4 H^4 + 2HO$: Nous donnons le *signe* ou *symbole distinctif* $C^4 H^4 + 2HO$ à un corps nommé *alcool*, dont la plus petite quantité pondérale *peut* et *doit* être *considérée* comme *divisible* en 575 *parties égales en poids*, dont :

300 parties	ou	75	× 4	de carbone.
50 —	ou	12,5	× 4	d'hydrogène.
225 —	ou	112,5	× 2	d'eau pure.

Tout cela est renfermé dans la formule $C^4 H^4 + 2HO$, laquelle offre l'avantage de n'exiger que quatre lettres et trois chiffres, pour en exprimer autant qu'une longue phrase.

Ceci posé pour l'intelligence de ce qui va suivre, examinons avec plus d'attention l'origine et la nature des sucres végétaux et cherchons à reconnaître les principales circonstances de leur formation dans le tissu des plantes, cette connaissance devant nous être de la plus grande utilité pour nous guider dans la préparation et l'extraction des sucres.

Si nous observons avec soin la nature, que nous cherchions à la prendre sur le fait en épiant ses actes, et les transformations qu'elle fait éprouver aux végétaux, nous pourrons espérer de nous faire une idée juste de l'élaboration de la matière sucrée ; c'est là, en effet, le seul moyen d'investigation rationnelle, le seul qui puisse être suivi de résultats vrais et applicables. Suivons donc ce qui se passe dans les végétaux, depuis leur germination jusqu'à leur maturité, au point de vue seulement de la matière sucrée, afin de tirer de cette observation les notions qui nous sont indispensables.

Les graines de maïs, prises pour exemple, contiennent dans leur état normal, avant l'ensemencement :

Fécule..	67,55
Sucre de fécule (*glycose*), gomme, dextrine, etc.	4

Cette analyse est la moyenne de nos observations sur un assez grand nombre d'échantillons. Les 28,45 pour 100 res-

tant sont composés d'eau, de graisse, de fibre végétale, d'albumine, de gluten et de matières salines.

On sait que la fécule est composée de *carbone* et d'*eau* dans les proportions suivantes :

$$\left.\begin{array}{lll}\text{Carbone...} & 75 \times 12 = & 900 \\ \text{Eau......} & 112,5 \times 9 = & 1012,50\end{array}\right\} = 1912,50$$

et l'on dit qu'elle est formée de 12 *équivalents* ou *proportions* de carbone et de 9 *équivalents* ou *proportions* d'eau ; lorsqu'elle est débarrassée de toute l'eau qu'elle peut retenir, qu'elle est *anhydre*. On lui donne en conséquence le signe $C^{12} H^9 O^9$ ou $C^{12}+9HO$. Mais, dans l'état ordinaire, lorsque la fécule n'est pas unie à un oxyde métallique, elle renferme une proportion d'eau de plus ou $112,5 \times 10 = 1125$. Elle a pour signe ou symbole $C^{12} H^9 O^9+HO$ ou $C^{12}+10HO$, et contient 900 grammes de carbone et 1125 grammes d'eau sur 2025 grammes.

Sa constitution est donc représentée en centièmes par 44,44 de carbone et 55,56 d'eau.

La germination modifie la composition du grain de maïs, au point qu'il renferme quatre fois plus de sucre et d'autant moins de fécule à proportion, sans que cet acte physiologique ait déterminé autre chose qu'une absorption d'eau.

Le sucre qui s'est formé ne diffère absolument de la fécule qu'en ce qu'il contient 4 proportions d'eau de plus ($112,50 \times 4 = 450$), en sorte que l'on a les chiffres et symboles comparatifs suivants :

$$\begin{array}{lll}\text{Fécule........} & C^{12} H^9 O^9+HO & = 2025. \\ \text{Sucre de fécule.} & C^{12} H^9 O^9+5HO & = 2475.\end{array}$$

La fécule s'est transformée en sucre dans l'acte de la germination en se combinant avec 450 parties d'eau par 2025 parties, mais il est certain, comme nous le constaterons plus loin, que cette métamorphose n'a pas lieu sans transition aucune et que la fécule, *insoluble* dans l'eau, passe d'abord à l'état de *dextrine soluble*, à l'état *gommeux*, avant de devenir du sucre. La gomme et la dextrine présentent exactement la même composition que la fécule, mais elles sont déjà douées de propriétés complétement différentes. Peu à peu, toute la fécule disparaît en subissant la même modification et se transformant en gomme, puis en sucre, et il ne reste plus de la graine primi-

tive que les parties corticales, résineuses ou salines, qui finissent par une décomposition plus ou moins prononcée, plus ou moins rapide, et sont entraînées soit vers la jeune plante, soit vers d'autres êtres, selon les circonstances du milieu où elles se trouvent.

Cette transformation préalable de la fécule en dextrine ou matière gommeuse, soluble, avant qu'elle passe à l'état de sucre, n'a pas lieu seulement dans les grands actes de la saccharification naturelle, mais encore dans les réactions chimiques à l'aide desquelles nous transformons artificiellement la fécule en sucre. Nous verrons, en effet, que l'action de certains agents tels que les acides, la diastase, change la fécule en gomme ou dextrine soluble, avant de la faire passer à l'état sucré, en sorte que, si l'on arrête à temps l'opération, on peut n'obtenir que de la matière gommeuse, ne renfermant que très-peu de sucre.

Jusqu'au moment où la plante commence à offrir les *phénomènes de la puberté*, jusqu'à l'époque où sa fleur commence à apparaître, elle ne contient ordinairement que ce même sucre à 5 proportions d'eau ($C^{12} H^9 O^9 + 5HO$), ou, du moins, les observations les plus minutieuses n'y constatent-elles un autre sucre qu'en *proportion minime* avant cette époque. C'est un fait commun à la plupart des plantes sucrières, au froment, au maïs, au sorgho, etc., bien que la canne *semble* faire exception à cet égard.

Il importe cependant ici de ne pas confondre dans une idée trop générale ce que nous entendons par la puberté de la plante saccharine (*graminées*), par l'apparition de la fleur. Nous ne voulons pas dire que la fleur doit être visible au dehors, mais bien qu'elle doit être reconnaissable, en déchirant les enveloppes qui la cachent. Lorsque la fleur est *sortie*, quand son panicule se montre au grand jour, la plante renferme déjà une proportion considérable d'un sucre différent de celui dont nous venons de parler. Le *maximum* de ce sucre répond à l'époque de la fécondation, ou, tout au moins, à quelques jours après l'accomplissement de cette phase si importante de la vie de la plante.

Par un phénomène digne de remarque, et sur lequel aucune observation sérieuse n'a encore été faite jusqu'à ce jour, le sucre *très-hydraté* dont nous avons parlé s'est changé en un

autre, bien défini, connu sous le nom de *sucre cristallisable* ou *sucre de canne*, *sucre prismatique*, qui ne renferme qu'*une* seule proportion d'eau de plus que la fécule ordinaire ou hydratée.

Sa composition est représentée par $C^{12} H^{9} O^{9} + 2HO$, c'est-à-dire qu'il renferme :

$$\left.\begin{array}{l}\text{Carbone.}\ \ 75 \times 12 = 900 \\ \text{Eau....}\ 112{,}5 \times 11 = 1237{,}50\end{array}\right\} = 2137{,}50$$

La fécule a acquis d'abord 4 proportions d'eau et elle est devenue du sucre de fécule, du glycose; ce glycose perd 3 proportions d'eau, et il devient du sucre prismatique; voilà le fait principal que nous offre la végétation des graminées saccharifères.

Si nous continuons notre investigation sur la plante qui nous occupe, entre le moment de la fécondation et l'époque de la maturité complète des graines, nous pourrons constater que le sucre diminue considérablement dans le tissu végétal à mesure que les graines approchent de leur point de maturation. Il sert à produire la partie féculente ou gommeuse des graines, et cet effet est encore produit par la soustraction d'une proportion d'eau : cela suffit pour le ramener au point de départ.

Il y a même des plantes qui perdent totalement leur sucre à cette époque; mais plusieurs autres, parmi lesquelles nous compterons la *cannamelle* et le *sorgho*, continuent à produire du sucre dans une proportion telle que celui qui est absorbé par la *granification* ne peut pas être mis en ligne de compte. Ces sortes de plantes, essentiellement saccharines, contiennent d'autant plus de sucre prismatique qu'elles approchent plus de leur complète maturité, et, chez elles, la graine ne produit aucun appauvrissement, ce qui tient à ce que leurs sucs propres, incessamment renouvelés, fournissent beaucoup plus de sucre qu'il n'en faut pour compenser une perte insignifiante.

Il y a des végétaux saccharifères dans lesquels on rencontre à la fois les deux sucres dont nous venons de parler, et ce fait embrasse la masse des plantes saccharines, à l'époque de leur croissance, si l'on n'envisage que celles qui sont susceptibles de produire du sucre prismatique à un temps donné de leur existence. Chez quelques-unes on ne rencontre jamais ce sucre prismatique, mais bien une autre variété solide ou liquide,

cristallisable ou amorphe, différente sous beaucoup de rapports. Enfin, il est des plantes dans le tissu desquelles on ne trouve plus que le sucre prismatique à l'époque de la maturité. On range dans cette catégorie la cannamelle, la canne à sucre et la betterave, bien qu'il y ait d'assez bonnes raisons de douter de la valeur de cette affirmation.

Nous ne prétendons pas que ceci ne puisse présenter des exceptions, et même nous avouons que l'on peut nous en objecter d'assez *spécieuses*. Il est des plantes qui ne *fleurissent* pas, qui n'atteignent ni la période de *puberté*, ni celle de reproduction, soit *par accident* le plus souvent, soit sous l'empire d'autres circonstances. Et cependant ces plantes offrent encore les mêmes phénomènes relativement à la matière saccharine...

Cette objection n'est que spécieuse, car si la production de la substance sucrée suit ordinairement les phases de la vie végétale, de manière à *coïncider* avec la *croissance* pour le *sucre-glucose*, avec la *puberté* pour le *sucre prismatique*, cette coïncidence est plutôt liée aux progrès de l'organisation qu'aux phénomènes de la reproduction. Cependant, tout est si bien réglé dans les choses de la nature, que tous ces faits se groupent et se corroborent. Rappelons-nous que le sucre étant l'*agent réducteur* de l'acide carbonique par excellence, sa plus grande abondance *doit* nécessairement coïncider avec les *plus grands besoins* de la plante. Et cela est, en effet. L'époque des plus grands besoins chez tous les êtres est la puberté, et l'on retrouve dans les faits généraux la preuve de ces assertions.

Nous avons exposé dans deux autres ouvrages [1] notre opinion sur l'absolue nécessité du sucre dans l'organisation végétale, où, *seul*, il peut contribuer à l'accroissement de la plante par la *réduction* de l'acide carbonique fourni par l'air et le sol; aussi, ne nous arrêterons-nous pas à ce sujet, sinon pour faire observer qu'il y a un grand nombre de plantes dans lesquelles le sucre n'est produit que dans la proportion nécessaire à cet accroissement, qu'il y est *détruit* au fur et à mesure de sa production sans jamais s'y trouver en excédant. On ne l'y rencontre jamais en quantité appréciable à l'état libre, tandis que dans un certain nombre d'autres plantes, on le trouve toujours

[1] *Traité complet d'alcoolisation générale*, Paris, 2e édition. — *Traité théorique et pratique de la fermentation.*

en quantité notable, de beaucoup supérieure à celle qui serait indispensable à la production de la trame organique ; ces dernières sont les plantes saccharines ou saccharifères proprement dites, plus ou moins riches de ce principe, dont on peut l'extraire plus ou moins facilement.

En thèse générale, aucune plante ne peut vivre et s'accroître, si elle ne contient du sucre ou un agent analogue, susceptible de réduire l'acide carbonique, sous l'influence de l'air et de la lumière, dont l'action facilite cette réduction, ce dédoublement en carbone et en oxygène, qui forme, à proprement parler, la *digestion végétale*.

Un mot encore, pour clore ces généralités : c'est au ferment *acide* qui se développe pendant la germination, que l'on doit attribuer la saccharification de la fécule des graines. Dans toutes les plantes contenant des acides libres ou des sels acides solubles en proportion appréciable, la saccharification ne dépasse ce premier terme pour produire le sucre prismatique qu'après la neutralisation des acides. Les alcalis en excès sont également nuisibles à la production du sucre, et cela résulte des caractères mêmes de ce corps, et des réactions qu'il subit sous l'influence des acides ou des alcalis.

Disons encore que les racines sucrées doivent être regardées comme des magasins, de véritables réservoirs, où *s'amoncelle* graduellement la matière saccharine, jusqu'au moment où cette provision s'épuise en totalité ou en partie pour les *besoins* de la reproduction et de la granification. Dans les plantes annuelles, cet épuisement arrive rapidement ; dans les bisannuelles, au contraire, il n'arrive qu'à la seconde année, et répond à l'époque qui suit la fécondation pour aller graduellement jusqu'à la maturité. Il va de soi que nous supposons les racines soustraites aux influences capables de les détériorer.

On peut donc se faire une idée générale assez précise des faits en consultant le tableau comparatif suivant :

TABLEAU

DES MODIFICATIONS SUBIES PAR LA MATIÈRE AMYLACÉE DES PLANTES SACCHARINES.

A. *Plantes à tiges sucrées.*

1er ÂGE. — *Etat ovulaire*	Fécule, peu ou pas de sucre.
2e ÂGE. — *Etat germinatif* ou *embryonnaire*	Dextrine, un peu de sucre, fécule.

3e AGE. — *Enfance* ou *croissance*..........	Dextrine, sucre-glycose, peu de fécule.
4e AGE. — *Puberté* ou *approches de la floraison*.	Peu de dextrine, très-peu de fécule, diminution du glycose, sucre prismatique.
5e AGE. — *Granification*..................	Glycose, dextrine, diminution du sucre prismatique, augmentation de la fécule.
6e AGE. — *Maturité*......................	Maximum de la fécule, disparition complète ou *très-notable* du sucre prismatique, un peu de glycose.

B. *Racines sucrées.*

1er AGE. — *Etat ovulaire*....................	Fécule, peu ou pas de sucre.
2e AGE. — *Etat germinatif* ou *embryonnaire*..	Dextrine, un peu de sucre, fécule.
3e AGE. — *Croissance*......................	Amoncellement du sucre prismatique, diminution du glycose, peu de fécule [1].
4e AGE. — *Puberté*.........................	Peu de dextrine, très-peu de fécule, augmentation du glycose et diminution du sucre prismatique.
5e AGE. — *Granification*....................	Glycose, dextrine, diminution du sucre prismatique, augmentation de la fécule.
6e AGE. — *Maturité*.......................	Maximum de la fécule, disparition complète ou *très-notable* du sucre prismatique, un peu de glycose.

Les observations qui précèdent peuvent se réduire à trois chefs principaux :

1° Le *caractère spécial* des sucres est la *fermentescibilité*. Les *produits* de la fermentation régulière des sucres sont l'alcool et l'acide carbonique.

2° L'*eau* se combine avec la *matière gommeuse* pour former les *sucres*, et la matière gommeuse dérive de la *matière féculente* ou *amylacée* par simple changement moléculaire.

3° *En règle générale*, l'acte de la germination a pour consé-

[1] Nous avons toujours trouvé de la *fécule* dans les racines *sucrées* à tous les âges de leur vie végétale. Il n'en est pas ainsi dans quelques plantes où le sucre est détruit au fur et à mesure de sa formation, et dans lesquelles on ne le rencontre qu'à l'état gommeux ; nous citerons l'asphodèle pour exemple de cette exception.

quence de transformer la fécule de la graine en gomme, puis en sucre *très-hydraté* (glycose); celui-ci se change en *sucre prismatique* aux approches de la *puberté;* la reproduction ou *granification* a pour résultat caractéristique de ramener le sucre à l'état féculent, c'est-à-dire au point de départ.

Quant à notre opinion sur l'origine du sucre, dont nous rapportons le principe au corps *saccharigène*, isomère de la *fécule anhydre* et du *caramel* $C^{12}H^9O^9$ ($C^{12}+9HO$), elle offre d'autant plus de probabilités que le sucre lui-même offre cette composition dans certaines combinaisons où il existe à l'état *anhydre*, en sorte qu'on doit regarder le sucre prismatique comme un *bihydrate* de saccharigène, dont la formule réelle serait $C^{12}+9HO+2HO$.

Ainsi, dans la combinaison que forme le sucre avec le protoxyde de plomb, cette combinaison, desséchée à 160°, est représentée par la formule $2PbO, C^{12}H^9O^9$. Lorsqu'on la décompose par le sulfure d'hydrogène, on isole le plomb à l'état de sulfure, et le sucre reste non altéré. Il reprend immédiatement les 2 équivalents d'eau qu'il a perdus et conserve tous les caractères du sucre prismatique.

On a hasardé bien des opinions, usé bien du temps en discussions stériles... Mais les hypothèses *intéressées* ont toujours remporté la victoire dans ces matières comme dans beaucoup d'autres, et les *amoureux du vrai*, selon la sainte expression des anciens, deviennent de plus en plus rares. C'est que l'observation des faits naturels demande plus que du talent, de l'argent et des places ; elle exige l'amour courageux de la vérité, et la volonté inflexible de lutter contre l'erreur, sous quelque apparence qu'elle se montre.

Quelque brillante que puisse être la supposition à laquelle on s'arrête, il sera toujours plus profitable à l'industrie de baser ses opérations sur l'imitation de la nature, que de les calquer sur des théories chimiques, nées le plus souvent *au hasard*, suivant des résultats de réactions inattendues par ceux-là même qui les ont mises en lumière et les ont prises pour point de départ.

Au surplus, nous ne sommes pas en désaccord avec les données de la science admise, sous ce rapport ; on lit, en effet, dans le *Précis de botanique* de M. A. Richard :

« L'amidon offre la même composition chimique que la cel-

lulose : carbone et éléments de l'eau. Il est répandu à profusion dans presque tous les organes de la plante ; *il s'y accumule pour servir à la nutrition.* Mais, comme la cellulose, l'amidon est insoluble dans l'eau. Pour devenir assimilable, il a besoin d'éprouver un changement qui le rende soluble. Ce changement s'opère sous l'influence d'une matière particulière, la *diastase*, observée par MM. Payen et Persoz, matière qui existe ou se forme sous certaines influences, dans tous les organes contenant de l'amidon. La *diastase*, en effet, possède la singulière propriété de transformer l'amidon en une matière *sucrée* et soluble, la *dextrine*, que l'eau peut entraîner dans tous les points du végétal. Or, *cette dextrine*, *en se combinant avec une molécule d'eau de plus, se change en sucre de canne.* Celui-ci, à son tour, pourra être modifié, en absorbant *trois* nouvelles molécules d'eau, et il se convertit en *glycose* ou *sucre de raisin.* Or, le sucre de canne et le sucre de raisin se trouvent plus ou moins abondamment dans les végétaux. Nous venons de voir comment le sucre de canne peut se transformer en sucre de raisin. Un changement en sens inverse peut aussi avoir lieu, c'est-à-dire que, *par les seules forces de la végétation*, *le sucre de raisin*, en perdant trois molécules d'eau, *peut devenir sucre de canne.* Si on analyse au premier printemps, comme l'a fait M. Biot, la séve de quelques arbres, et entre autres celle des érables, on y trouvera du sucre de raisin. *Un peu plus tard, dans le courant de l'été*, *le sucre de raisin a été remplacé par du sucre de canne.* Cette transformation peut même se faire quelquefois plus rapidement encore. Ainsi, la séve de la partie inférieure de la tige peut contenir du sucre de raisin, et celle qu'on extrait de ses sommités donner du sucre de canne. Ce changement s'explique facilement, en pensant que dans les feuilles la séve perd une certaine quantité d'eau, et que la différence essentielle entre ces deux sucres provient de trois molécules d'eau de plus que contient la glucose comparée au sucre de canne.

« Ainsi, un même principe immédiat, l'amidon, répandu en abondance dans tous les points du végétal, peut successivement, et par les seules forces de la nature, se transformer en dextrine[1], en sucre de canne ou en glycose, et devenir

[1] Ou matière gommeuse.

ainsi l'une des sources où le végétal puise les éléments de sa nutrition et de son accroissement. »

On doit bien penser que l'auteur dont nous venons de citer les paroles n'a jamais songé à appuyer notre doctrine, et qu'il s'est borné à émettre des faits constatés : *rien n'est brutal comme un fait*, répète-t-on, selon les besoins de la cause... Nous nous emparons de ceux-ci, et nous y en ajoutons d'autres encore.

Les résultats obtenus par M. Biot présentent à l'observation les phénomènes les plus curieux ; nous en empruntons le résumé à l'ouvrage de M. Orfila :

« 1° La séve du bouleau, du noyer, du sycomore et de l'érable *negundo*, recueillie à la fin de mars, contient du *sucre fermentescible* dans une proportion d'autant plus grande que cette séve a été recueillie plus loin de la racine ; le sucre de bouleau est du *sucre de raisin*, tandis que pour les autres arbres, c'est du *sucre de canne;* aucune de ces séves ne contient alors d'acide carbonique libre, en sorte que les jeunes bourgeons qui reçoivent cette séve *se nourrissent d'abord uniquement de sucre, qu'ils décomposent pour s'en approprier le carbone*. Le 13 mai, le *cambium* du bouleau, c'est-à-dire le suc visqueux qui se trouve à la surface de la plupart des arbres, et qui sert à la formation des nouvelles couches corticale et ligneuse, *renfermait du sucre de canne, tandis que la séve du même arbre ne contenait plus de sucre ;* d'où il suit que le sucre de canne provenait ou des feuilles dans lesquelles il existe en effet à cette époque, ou de l'écorce, qui dans ce cas aurait le pouvoir d'en former.

« 2° Les *jeunes* bourgeons de lilas, déjà découverts et sortis de leurs écailles, au commencement d'avril, par exemple, contenaient du *sucre de raisin,* tandis que le suc extrait du tronc et des branches du même arbuste, *à la même époque*, renfermait du *sucre de canne* ou *d'amidon ;* d'où il semble résulter que la végétation du bourgeon a le pouvoir de changer ces sucres l'un dans l'autre. Plus tard, dans les premiers jours de mai, les mêmes bourgeons, ayant déjà développé des organes foliacés, qui décomposent l'acide carbonique de l'air en s'emparant de son carbone, ne contiennent plus que du *sucre de fécule*. Les *jeunes* bourgeons de sycomore renferment du *sucre de fécule*, tandis que la séve est très-riche en *sucre de*

canne. Plus tard, lorsque les bourgeons sont changés en feuilles bien développées, on trouve dans celles-ci du sucre qui n'est pas du sucre de canne, et une matière gommeuse. Le *cambium* du sycomore contenait du *sucre de canne*, différent par conséquent de celui qui existait dans les feuilles, et un autre principe dont la nature n'a pas été indiquée.

« 3° Les tiges et les organes foliacés des jeunes pousses de seigle dont les épis étaient déjà développés, mais encore loin de la floraison, et par conséquent *avant la fécondation* (3 mai 1833), ont fourni un *mélange de sucre de raisin, de sucre de canne et de gomme.* Douze jours après, la proportion de *sucre de canne* était plus considérable; mais les épis, examinés le même jour, ne contenaient que du *sucre d'amidon.* Ici l'on peut se demander si les épis renferment du sucre d'amidon tout formé, ou bien si l'amidon qu'ils contiennent dans les globules de leurs ovaires ne serait pas changé en sucre d'amidon par l'action d'une matière analogue à la diastase.

« 4° *Après la fécondation*, au 15 juin, les jeunes grains de seigle offraient de la fécule granuleuse *parfaitement formée* et du *sucre de fécule,* sans la moindre trace de *sucre de canne*, ni de *sucre de raisin*, ni de *gomme.* Ces deux sucres et la gomme qui existaient dans les tiges et les organes foliacés du seigle encore jeune ont donc changé de nature en traversant le collet des épis, et ont servi de matériaux à la jeune graine, qui les a transformés en fécule et en plusieurs autres produits dont le périsperme est composé.

« 5° Les tiges des jeunes pousses du blé dont l'épi n'était pas encore sorti contenaient du sucre de raisin, du sucre de canne et de la gomme (20 mai). Le 4 juin, les épis étaient sortis de la tige et fleuris; le sucre de canne était moins abondant et avait passé dans les épis; il y avait encore de la gomme. A cette même époque, les feuilles contenaient, au contraire, beaucoup plus de sucre de canne que de sucre de raisin, et de la *dextrine*, au lieu de gomme. *Lorsque après la fécondation les feuilles ont jauni*, on n'y trouve plus que des traces presque insensibles des principes sucrés et d'amidon; d'où il semble résulter qu'à l'époque dont il s'agit les principes carbonés passent dans la tige et servent à l'alimenter; de même que les principes analogues élaborés par les feuilles des arbres exogènes redescendent sous l'enveloppe corticale

vivante et dans les premières couches externes de l'aubier, pour nourrir le jeune cylindre de bois et d'écorce qui, semblable à une tige creuse, se forme annuellement et se moule sur l'ancien squelette de bois.

« 6° *Après la fécondation*, les épis de blé contiennent beaucoup de sucre de fécule et de *canne*, et une matière analogue à l'amidon. Voici ce qui arrive : la *base de la tige*, très-riche en sucre, fournit au sommet le suc qu'elle renferme, suc qui est promptement enlevé par les épis. A mesure que ces épis fécondés grossissent, les feuilles les plus basses commencent à jaunir et à se dessécher, en transmettant leurs produits carbonés à la tige. La base de celle-ci se dessèche et jaunit à son tour, tandis que la partie supérieure, encore verte, continue de nourrir l'épi ; ainsi, quand le desséchement du bas de la tige est arrivé, si l'on coupe la céréale, quoique le grain ne soit pas mûr encore, il achève de se nourrir et de mûrir aux dépens de la tige. On peut donc, dès que les tiges sont sèches, rentrer le grain précisément au point de sa maturité. (*Journal de Chimie médicale*, juin, juillet et août 1838.)

« 7° Dès l'année 1831, M. Couverchel avait publié, sur la maturation des fruits, des expériences qui l'avaient conduit à admettre que, pendant la première période de leur développement, la séve est *probablement acidifiée* dans son passage des jeunes branches à l'ovaire, par suite de la décomposition de l'eau et de la fixation de l'oxygène de celle-ci ; il se forme, en même temps que des acides, une sorte de *fécule* qui, par l'action des acides déjà produits, se transforme en une *matière gommeuse*, appelée par les uns *gomme normale*, et par les autres *gélatine* ; pendant la seconde période, *il se forme du sucre*, probablement aux dépens de l'action des acides déjà développés sur la matière gommeuse. M. Couverchel s'est, en effet, assuré que les acides végétaux pouvaient transformer cette sorte de gomme en sucre. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XLVI.) »

Observations. — Nous ne partageons certainement pas l'avis de M. Biot sur le rôle du sucre dans les fonctions de la vie végétale, et nous avons déjà exposé dans d'autres travaux combien nous différons à ce sujet de plusieurs savants. Mais ceci est de théorie quant au sucre... Qu'importe au fabricant et au consommateur pourquoi il est, pourvu qu'il existe ?

Tous les faits indiqués par M. Biot prouvent jusqu'à l'évidence des conséquences dont nous prenons acte : 1° existence, à certaine époque, de glycose seul; 2° existence simultanée, à une époque donnée, de glycose et de sucre de canne; 3° existence de sucres différents dans les différents organes d'un même végétal; 4° transformation naturelle et normale des divers sucres les uns dans les autres, et même en gomme et en fécule; 5° vérification de la proposition inverse de celle-ci.

Nous nous arrêtons dans ce que nous aurions à dire encore sur le sucre en général, en rappelant au lecteur que le seul *caractère invariable du genre sucre* est de produire de l'alcool par fermentation; la saveur, la consistance, la couleur, la cristallisation, la densité, la solubilité et les réactions chimiques sont accessoires et servent à différencier les espèces.

DES ESPÈCES DE SUCRE.

Les sucres appartiennent tous à la série des *corps hydrocarbonés*, de ces substances remarquables formées de *carbone* et d'*eau*, c'est-à-dire d'hydrogène et d'oxygène dans les proportions de l'eau. Leur formule générale est $C^x + H^n O^n$, bien que cette formule appartienne également à quelques autres substances : mais celles-ci en diffèrent en ce qu'elles ne peuvent fermenter *alcooliquement*.

Les corps *générateurs* du sucre ou *saccharigènes* sont la *cellulose*, la *fécule*, l'*inuline*, la *lichénine*, la *pectosine* et les *gommes*, dont la composition est la même. On la représente par la formule $C^{12} H^{10} O^{10}$ ou $C^{12} H^9 O^9 + HO$. Ils contiennent donc, quand ils sont *monohydratés* (état ordinaire) :

Carbone...	C^{12}	= 75	× 12	= 900	= 44,444	pour 100.
Hydrogène.	H^9	= 12,5	× 9	= 112,50	= 5,556	—
Oxygène...	O^9	= 100	× 9	= 900	= 44,444	—
Eau......	HO	= 112,5	×	= 112,50	= 5,556	—
				2025,00	100,000	

La série des sucres qui dérivent de ces corps présente ce fait remarquable que les matières sucrées, directement fermentescibles, les sucres proprement dits, ne diffèrent les uns des autres que par de l'eau, et qu'ils s'éloignent graduellement du corps

saccharigène, en se combinant avec une proportion de plus en plus grande de ce corps. Ils sont au nombre de *quatre* bien définis et bien connus aujourd'hui sous les rapports les plus importants, savoir : le *sucre prismatique*, dit *de canne*, ou *cristallisable*, le *sucre des fruits acides*, le *sucre de champignons* et le *sucre de fécule*, ou *glycose*. Le *sucre liquide* ou incristallisable n'est qu'une forme du sucre de fruits, et le *sucre de miel* est un *glycose*.

On peut établir la série suivante, en prenant pour point de départ le corps saccharigène hydrocarboné supposé *anhydre*, comme il se trouve dans la combinaison avec l'oxyde de plomb.

1° Corps saccharigène	(*anhydre*), cellulose, fécule, etc., anhydres,		$C^{12}H^9O^9$
2° —	(*monohydrate*),	—	$C^{12}H^9O^9+HO$
3° Sucre prismatique	(*bihydrate*),	—	$C^{12}H^9O^9+2HO$
4° Sucre des fruits acides	(*trihydrate*),	—	$C^{12}H^9O^9+3HO$
5° Sucre de champignons	(*quadrihydrate*),	—	$C^{12}H^9O^9+4HO$
6° Sucre de fécule, glycose	(*pentahydrate*),	—	$C^{12}H^9O^9+5HO$

Il est aisé de se rendre compte de la relation qui existe entre ces divers sucres, que nous allons d'ailleurs étudier séparément avec les détails nécessaires, ainsi que leurs variétés et leurs modifications.

On range encore parmi les sucres la *lactine* ou sucre de lait $C^{24}H^{18}O^{18}+6HO$, qui semble n'être qu'un multiple de sucre de fruits $C^{12}H^9O^9+3HO$; nous étudierons cette substance après les sucres proprement dits, et nous lui consacrerons plus tard un article spécial, à raison de l'importance commerciale et industrielle à laquelle elle peut être appelée.

Enfin, pour être aussi complet que possible, nous ferons rapidement l'histoire de quelques matières *sucrées* non fermentescibles, et de quelques corps susceptibles de produire du glycose par dédoublement, auxquels on a donné le nom de *glycosides*.

I. — DU SUCRE PRISMATIQUE OU SUCRE DE CANNE.

Le *sucre prismatique*, connu sous les noms de *sucre ordinaire*, *sucre de canne*, *sucre cristallisable*, doit être regardé comme de

la cellulose $C^{12} H^9 O^9$ qui a absorbé *deux* proportions d'eau; c'est un *bihydrate* du corps saccharigène, une fécule, une gomme *bihydratée*. C'est en considérant les sucres à ce point de vue que l'on peut parvenir à bien comprendre les relations qui existent entre eux et la matière génératrice.

On a pour formule et symbole de la cellulose, de la fécule, des gommes à l'état ordinaire, après une dessiccation convenable, $C^{12} H^9 O^9 + HO$ que l'on écrit ordinairement $C^{12} H^{10} O^{10}$; mais si l'on combine la fécule avec l'oxyde de plomb, par exemple, on obtient un composé *anhydre*, dans lequel la fécule est devenue $C^{12} H^9 O^9$; elle a perdu une proportion d'eau dans cette combinaison, et c'est à ce corps $C^{12} H^9 O^9$, ou $C^{12} + 9HO$, que nous donnons la dénomination de *saccharigène*.

Cet *hydrate de carbone* $C^{12} + 9HO$ est la base, le point de départ de la plupart des corps de la chimie organique, lesquels en dérivent presque tous, soit par simple hydratation ou absorption chimique d'eau, soit, au contraire, par la perte d'une ou de plusieurs proportions d'eau, soit encore par d'autres réactions plus complexes. Les fécules, les gommes, les sucres, les alcools, plusieurs acides, sont les dérivés naturels ou artificiels de ce corps, et l'on peut dire que la plus grande partie des phénomènes de la chimie vivante reposent sur ses propriétés.

La chimie parviendra-t-elle jamais à créer toute la série des hydrates de ce corps par des moyens pratiques, plus ou moins directs? Il n'est malheureusement pas possible encore de répondre à cette question, dont la haute importance n'est pas contestable. On est arrivé cependant à produire plusieurs de ces hydrates, mais jusqu'aujourd'hui il n'a pas été possible de *combiner directement* le *monohydrate* (fécule, gomme, dextrine) $C^{12} H^9 O^9 + HO$ avec l'équivalent d'eau qui lui manque pour devenir du *sucre prismatique* $C^{12} H^9 O^9 + 2HO$ ou $C^{12} H^{11} O^{11}$. Il a été jusqu'à présent tout aussi impossible de revenir au sucre prismatique, en prenant pour point de départ un corps plus hydraté, comme le sucre de fécule, par exemple, et tous les moyens essayés pour lui enlever les trois équivalents d'eau qui le séparent du sucre de canne ont été infructueux. Le seul résultat que l'on ait obtenu par la chaleur a été de revenir au saccharigène lui-même, et de produire du *caramel* $C^{12} H^9 O^9$,

dont la composition est absolument identique. Les réactions proprement dites ont été tout aussi impuissantes.

La solution de ce problème serait pourtant d'une grande importance pour l'intérêt général : la facilité avec laquelle on obtient le glycose $C^{12}H^{9}O^{9}+5HO$, l'abondance des corps féculents ou gommeux $C^{12}H^{9}O^{9}+HO$, permettraient d'atteindre des résultats extraordinaires, si l'on parvenait à transformer en sucre prismatique l'un ou l'autre de ces deux corps. La question consiste à combiner la fécule ou la matière gommeuse à *un seul* équivalent d'eau, ou à déshydrater le glycose dans la proportion de *trois* équivalents. Elle mérite certainement l'attention des travailleurs et des hommes de recherche positive, en dehors de toute idée de théorie, et il est vraiment impossible de prévoir aujourd'hui les conséquences innombrables de la fabrication du sucre cristallisable et de l'alcool vinique, si l'on arrivait un jour à les produire de toutes pièces.

Quoi qu'il en soit, le sucre prismatique n'existe aujourd'hui que dans les plantes ; le règne végétal le produit assez abondamment, il est vrai ; mais le nombre des végétaux dont on peut l'extraire économiquement est assez borné, et sa préparation artificielle serait un de ces graves événements qui influent sur les générations et pèsent d'un poids énorme sur les destinées humaines.

Composition. — Le sucre prismatique a pour formule $C^{12}H^{9}O^{9}+2HO$, que l'on écrit communément $C^{12}H^{11}O^{11}$. Il est donc composé de 12 proportions de carbone, 11 d'hydrogène et 11 d'oxygène, soit 12 proportions de carbone et 11 d'eau. On déduit de cette formule les chiffres suivants :

$$\begin{array}{llll} \text{Carbone...}\ C^{12} = 75 \times 12 = \ldots\ldots & & 900 & \\ \text{Hydrogène.}\ H^{11} = 12{,}5 \times 11 = 137{,}50 & \multirow{2}{*}{$\Big\} = \text{Eau.}$} & 1237{,}50 & \Big\} = 2137{,}50 \\ \text{Oxygène...}\ O^{11} = 100 \times 11 = 1100 & & & \end{array}$$

On peut encore évaluer la constitution du sucre de canne en le regardant comme formé d'un équivalent de *saccharigène* $C^{12}H^{9}O^{9}$ et de deux équivalents d'eau, ce qui nous semble la manière de voir la plus vraie et la plus féconde en conséquences. On a alors :

$$\left.\begin{array}{l} \text{Saccharigène, } C^{12}H^{9}O^{9} = 1912{,}50 \\ \text{Eau, } 2HO = 112{,}5 \times 2 = 225, \end{array}\right\} = 2137{,}50$$

La composition en centièmes du sucre prismatique est conforme aux données suivantes :

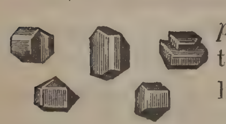
Carbone......	42,105		Saccharigène ...	89,474
Hydrogène...	6,433	ou		
Oxygène.....	51,462		Eau	10,526
	100,000			100,000

Caractères physiques. — Le sucre prismatique ou sucre de canne est solide, incolore, quand il est en gros cristaux ; blanc, en petits cristaux agrégés ; il est inodore, produit une lueur phosphorescente quand on le frotte dans l'obscurité contre lui-même, ou sous l'action d'un choc ; sa densité ou sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau comme 1606,50 est à 1000. Il dégage une odeur de caramel lorqu'il a été frotté violemment ou râpé.

Le sucre cristallise en prismes rhomboïdaux quadrangulaires, à quatre ou six faces, terminés par des sommets dièdres (fig. 1), dont le type se rencontre dans le *sucre candi*.

Il est soluble dans le *tiers* de son poids d'eau à + 15° de température, dans le *sixième* de son poids d'eau bouillante, insoluble dans l'éther et presque insoluble dans l'alcool absolu froid. L'alcool absolu bouillant en dissout 1/80 de son poids ; mais il le laisse déposer par le refroidissement. Plus l'alcool contient d'eau et plus il dissout de sucre, et l'alcool à + 83° en dissout déjà le *quart* de son poids.

Le sucre cristallisé, en petits cristaux, *parfaitement sec et pur*, est tout à fait inaltérable à l'air sec, mais il s'altère à l'air humide.



(Fig. 1).

Le sucre fond entre + 170° et + 180° sans décomposition, et il se prend par le refroidissement en masse *amorphe*, translucide, sans apparence de cristallisation, qui constitue ce qu'on appelle le *sucre d'orge*. Après quelque temps, cette masse transparente devient opaque, surtout si elle est exposée à l'air, et elle cristallise de l'extérieur à l'intérieur. Les cristaux offrent dans les cylindres de sucre d'orge opaque une disposition rayonnée, avec convergence des rayons vers l'axe du cylindre.

Action de la chaleur. — Quand on maintient pendant quelque temps le sucre fondu à la température de + 180°, il subit une profonde modification, et, sans rien perdre de ses principes constituants, il est devenu incristallisable. Le sucre perd également la faculté de cristalliser, quand on maintient pendant longtemps sa dissolution aqueuse à la température de l'ébullition, à moins qu'elle ne contienne un alcali quelconque susceptible de s'unir au sucre.

Lorsqu'on porte le sucre à une température de + 210° à + 220°, il se change en un produit brun, visqueux, incristallisable, d'une saveur amère et non sucrée, que l'on nomme *caramel*. Le caramel a pour formule $C^{12} H^9 O^9$, et il est de même composition que le saccharigène ; la chaleur a ainsi fait perdre au sucre deux équivalents d'eau, sans que l'on ait pu constater jusqu'à présent le passage par un état intermédiaire.

Si l'on continue à élever la température à laquelle on soumet le sucre dans un appareil distillatoire, tel qu'une cornue, il commence à se décomposer au-dessus de + 220°, et donne naissance à divers produits très-complexes, savoir : de l'eau, de l'acide acétique, de l'acétone, de l'acide formique dans certains cas, des huiles et des matières goudronneuses, des gaz inflammables, etc. Le résidu est un charbon spongieux, brillant, boursouflé et volumineux, qui brûle *complétement*, quand on le chauffe au contact de l'air.

Ce caractère appartient au sucre *pur*, et si la combustion du charbon de sucre laissait un résidu appréciable, on devrait en tirer la conséquence de son impureté. Le sucre contiendrait alors des matières fixes, calcaires ou autres, provenant des manipulations auxquelles il aurait été soumis dans sa préparation.

Le sucre prismatique, dissous dans l'eau, offre la propriété de *dévier à droite le plan de polarisation de la lumière polarisée*, propriété qu'il partage avec diverses autres substances[1].

Caractères chimiques. — Les propriétés chimiques du sucre de canne sont de la plus grande importance au point de vue de la fabrication, et le sucrier ne saurait trop les avoir présentes à la mémoire ; sans la connaissance bien précise de ces propriétés, il lui sera impossible de franchir les obstacles qui se

[1] Voir ch. III, *Saccharimétrie*.

présenteront chaque jour à lui, dans la pratique de son industrie.

Nous les exposons donc avec tous les détails nécessaires, afin que chacun puisse en tirer les conclusions utiles à la fabrication sucrière.

La dissolution du sucre *fermente* au contact de la levûre de bière et à une température moyenne de + 15° à + 25°, en produisant de l'alcool et de l'acide carbonique. Ce caractère, ainsi que nous l'avons déjà dit, est commun à tous les sucres; cependant il convient de tenir bonne note de quelques observations particulières au sucre prismatique.

Cette espèce de sucre *paraît* n'entrer dans le mouvement fermentatif qu'après s'être combinée à une proportion d'eau pour former le *trihydrate* de saccharigène, connu sous le nom de *sucre de fruits*, $C^{12}H^9O^9 + 3HO$ ou $C^{12}H^{12}O^{12}$. Nous ne pourrions cependant apporter de ce fait une preuve véritablement positive, car si le sucre de canne fermente rapidement dans un liquide *acidule*, ou en présence d'un ferment *acide*, si cette fermentation est retardée dans les liqueurs alcalines, jusqu'à ce qu'elles soient devenues acidules, dans la moyenne des circonstances et quand il ne se produit pas de *dégénérescence* [1], on ne peut en tirer une preuve *absolue* de la nécessité de la transformation du sucre prismatique en sucre de fruits, pour que la fermentation ait lieu.

Une *fermentation sèche* serait la seule preuve directe, et tout le monde sait qu'elle est impossible. On peut cependant obtenir une démonstration de ce fait par l'expérience suivante. Si l'on place le sucre ordinaire, dissous dans l'eau, en présence du ferment de bière, la dissolution filtrée, qui ne devrait accuser que la présence du sucre de canne, déviant à droite le plan de polarisation de la lumière, dénonce celle du sucre de fruits acides, déviant à gauche ce même plan de polarisation de la lumière, lorsque l'action du ferment a commencé.

Action des acides. — Cette modification du sucre prismatique paraît tenir essentiellement à la nature acide du ferment. En effet, tous les acides minéraux et la plupart des acides organiques changent le sucre de canne en sucre incristallisable de fruits, même quand ils n'existent dans la liqueur qu'en

[1] Voir le *Traité théorique et pratique de la Fermentation.* — Paris, 1858.

proportion minime, comme un demi-centième. A plus forte raison en est-il de même lorsque les acides sont en proportion plus considérable, et la transformation est d'autant plus rapide que la liqueur renferme plus d'acide, et qu'on opère à chaud plutôt qu'à froid. L'action des acides organiques tels que le tartrique, le citrique, l'oxalique, le malique, est moins prompte que celle des acides minéraux, mais elle n'en est pas moins intime sur le sucre prismatique, qu'elle change également en sucre de fruits $C^{12}H^9O^9 + 3HO$.

Si la fermentation et l'action des acides affaiblis transforment le sucre de canne en sucre de fruits, lequel est susceptible de fermentation alcoolique, on peut encore lui faire subir d'autres modifications par voie fermentative. Les ferments altérés, la levûre de bière qui a bouilli, le changent en *mannite* et en une *matière glaireuse* particulière; c'est là ce qu'on appelle la *fermentation visqueuse*. Dans un grand nombre de circonstances, et notamment en présence de la caséine, du fromage plus ou moins altéré et d'un principe gras, la fermentation du sucre *avorte*, et elle ne conduit la matière qu'à un simple dédoublement par la production de l'*acide lactique*. Ici encore, la formation de l'acide lactique ne peut s'expliquer par le sucre prismatique que si l'on admet la transformation préalable de ce corps en sucre de fruits, ou trihydrate de saccharigène $C^{12}H^9O^9 + 3HO$ ou $C^{12}H^{12}O^{12}$.

En effet, l'acide lactique n'est que du sucre de fruits *partagé en deux*, et sa composition $C^6H^5O^5 + HO$ ou $C^6H^6O^6$ le représente comme la moitié exacte de ce sucre. Un poids donné de sucre de fruits produit le même poids d'acide lactique, bien que ce dernier soit composé de la moitié seulement des mêmes éléments.

Enfin, le sucre de canne, transformé en sucre de fruits, donne naissance à de l'acide butyrique $C^8H^7O^3 + HO$ ou $C^8H^8O^4$. Bien que cette question n'ait pas été examinée avec tout le soin qu'elle comporte, il est cependant présumable que, dans la plupart des cas, le sucre ne passe à l'état d'acide butyrique qu'après avoir produit de l'acide lactique. Ce dernier seul se changerait en acide butyrique. Il serait d'ailleurs inutile à notre but de nous étendre sur ce sujet.

En résumé donc, les acides étendus et les ferments transforment le sucre prismatique en sucre de fruits plus hydraté, et

celui-ci, sous l'influence des ferments, se change en alcool et acide carbonique, ou en mannite et matière visqueuse, ou encore en acides lactique et butyrique.

Ces diverses transformations sont, à leur tour, suivies d'autres modifications plus complexes, qui achèvent la simplification de la matière organique et la rendent susceptible d'entrer dans la composition de nouveaux produits végétaux ou animaux.

Nous avons dit que le sucre prismatique se change en sucre de fruits par l'action des acides étendus ou des ferments et même par simple ébullition dans l'eau. L'action des acides concentrés sur ce corps n'est pas moins intéressante et digne d'attention. Dans le cas des acides *étendus* et *faibles* le sucre a perdu sa forme cristalline en s'hydratant ; il a subi une modification profonde, mais sa nature n'a pas été altérée. Le *sucre prismatique interverti par les acides étendus*, ou changé en sucre de fruits, *dévie à gauche* le plan de polarisation de la lumière, mais il n'en conserve pas moins la qualité essentielle de son groupe : *il est resté sucre* et peut donner de l'alcool par fermentation.

Lorsqu'on fait agir *à froid* l'acide azotique monohydraté, ou ne contenant qu'une seule proportion d'eau, sur le sucre prismatique, il se dépose une substance d'apparence résinoïde, extrêmement analogue au coton-poudre ou pyroxyle, très-inflammable, et éminemment explosible. Cette matière est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. Il est digne de remarque que l'acide azotique concentré produit à peu près le même résultat sur la cellulose et sur la fécule, en donnant naissance à des produits explosifs et inflammables. L'azotate de fécule se nomme *xyloïdine*, et ressemble beaucoup au sucre transformé par l'acide azotique.

On obtient le même produit en faisant agir sur le sucre un mélange d'acide sulfurique (2 parties) et d'acide azotique concentré (1 partie).

Si, au lieu d'employer l'acide concentré, on agit avec l'acide affaibli, on obtient, *à chaud*, des produits acides, qui sont l'acide *oxysaccharique* ou *oxalhydrique* et l'acide *oxalique*.

Le premier de ces acides se prépare de la manière suivante. On introduit dans une cornue ou un ballon 50 grammes de sucre dissous dans un litre d'eau, et l'on ajoute 100 grammes

d'acide azotique concentré. On chauffe alors sur le bain-marie, et l'on arrête l'opération lorsque le dégagement des vapeurs rouges d'acide hypoazotique a cessé. On verse alors dans la liqueur 100 grammes de craie pulvérisée, on agite, et l'on filtre. On verse de l'acétate de plomb dans la liqueur filtrée, et il se dépose un précipité blanc d'*oxalhydrate de plomb*. Après avoir laissé reposer le liquide, on décante; on lave plusieurs fois le précipité à l'eau distillée froide, puis on le décompose par un courant de sulfure d'hydrogène (acide sulfhydrique). La liqueur filtrée est divisée en deux parties égales, dont on sature l'une par le carbonate de potasse. On y verse la seconde portion mise en réserve, il se précipite aussitôt du *bioxalhydrate de potasse*, soluble dans quatre fois son poids d'eau bouillante, mais presque insoluble dans l'eau froide. Ce sel bien lavé, purifié par plusieurs cristallisations, est décomposé par l'acétate de plomb. Enfin, l'oxalhydrate de plomb lavé, décomposé par le sulfure d'hydrogène, abandonne du sulfure de plomb qui se dépose, et l'acide oxalhydrique reste dans la liqueur. On filtre et l'on évapore au bain-marie, jusqu'à consistance de sirop.

La préparation de l'acide oxalique est très-simple. On fait bouillir 1 partie de sucre avec 6 parties d'acide azotique étendu de 10 parties d'eau. Lorsque le dégagement des vapeurs rutilantes a cessé, on évapore la liqueur à réduction de moitié, et l'acide cristallise par refroidissement. On le purifie par des cristallisations répétées. Cette préparation exige environ deux heures et demie, quoiqu'il y ait déjà de l'acide oxalique formé dès les premiers instants; mais lorsqu'on la prolonge en élevant la température, l'acide oxalique se décompose et il se dégage de l'acide carbonique. En tout cas, lorsqu'on prépare l'acide oxalique par la réaction de l'acide azotique sur le sucre ou la fécule, il est préférable de ne pas employer tout l'acide à la fois, mais bien par doses fractionnées; le produit est plus abondant.

L'action de l'acide sulfurique sur le sucre n'est pas moins énergique, mais elle n'offre pas le caractère que l'on remarque dans celle de l'acide azotique. En général, celui-ci se comporte comme un *oxydant* ou un *acidifiant* puissant, lorsqu'il agit sur les matières organiques. Il leur cède une portion de son oxygène et passe à l'état d'acide hypoazotique qui se dégage. Quant à l'acide sulfurique, il charbonne les corps, leur enlève

de l'eau, les hydrate quelquefois, et détermine ainsi des modifications nombreuses; mais son action est moins oxydante, moins acidifiante que celle de l'acide azotique, bien qu'il puisse donner lieu à la formation de divers acides dans certaines circonstances spéciales.

Lorsque nous avons dit que le ferment, par son acidité, et les acides faibles transforment le sucre prismatique en sucre plus hydraté, susceptible de fermentation directe, nous n'avons peut-être pas assez expliqué les conditions de ce phénomène remarquable, et il ne sera pas inutile d'indiquer plus clairement ce que nous entendons par les *acides faibles*. Une partie d'acide étendue de 50 à 75 parties d'eau, et à la température de l'ébullition, suffit pour produire la transformation du sucre prismatique ou de canne : cette transformation s'opérerait également, mais plus lentement, dans un liquide bouillant moins acide, et il n'y aurait absolument qu'une différence de temps, si l'on agissait à froid. Lorsqu'on élève les proportions de l'acide dissous dans l'eau, la métamorphose est plus rapide à froid et à chaud, mais il peut se faire, surtout à une température élevée, que des produits nouveaux prennent naissance par suite de la décomposition d'une portion du sucre.

Il suffit même de *prolonger* l'action des acides, même affaiblis, à froid ou à chaud, pour qu'il se produise des phénomènes très-complexes, et que le sucre disparaisse en partie, et même en totalité, en se transformant en divers corps dérivés.

Comme l'acide transformateur ne s'altère pas dans cette réaction, il est facile de comprendre qu'en un temps plus ou moins long tout le sucre sera détruit. Ainsi, pour n'en citer qu'un seul exemple, si l'on prolonge l'ébullition du sucre prismatique dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique ou le chlorhydrique, on obtient de l'*acide glycique* ($C^8 H^5 O^5 = 1162,50$), lequel est un acide fort énergique, se combinant parfaitement aux bases pour former des *sels* bien caractérisés.

Ceci posé, nous n'aurons nulle difficulté à saisir l'action de l'acide sulfurique sur le sucre. Ayons, en effet, un appareil propre à distiller dans le vide, composé d'une cornue, d'une allonge et d'un ballon, et après avoir placé dans la cornue 10 parties de sucre, 30 parties d'eau et 3 parties d'acide sulfurique concentré, faisons le vide dans l'appareil, à l'aide d'une petite pompe pneumatique adaptée au ballon, puis chauffons douce-

ment la cornue pour opérer la distillation d'une partie de l'eau. Si nous arrêtons la distillation lorsque le tiers environ de l'eau a passé dans le ballon, nous trouverons que le résidu de la cornue renferme une proportion très-notable d'acide glycique et un peu d'*acide apoglycique* ($C^{12} H^{11} O^{10} = 2037,50$).

Si, au contraire, on fait la même opération, sur les mêmes proportions de sucre, d'eau et d'acide en mélange, mais en ne faisant pas le vide dans l'appareil, et en lui conservant la pression atmosphérique, après avoir chassé l'air à l'aide de l'acide carbonique, pour éviter l'action de l'oxygène, le liquide distillé renferme de l'*acide formique* ($C^2 HO^3 + HO = 575$), et la portion restée dans la cornue contient de l'*ulmine* ($C^{40} H^{16} O^{14} = 4600$) et de l'*acide ulmique* ($C^{40} H^{14} O^{12} = 4375$), sous forme de flocons noirs.

Il est important, pour la réaction qui précède, d'avoir rempli au préalable l'appareil d'une atmosphère d'acide carbonique, car si l'on se contente de faire bouillir le mélange indiqué dans une capsule ou dans un ballon, au contact de l'air libre, on n'obtient plus de l'ulmine et de l'acide ulmique, mais de l'*humine* ($C^{40} H^{15} O^{15} = 4687,50$) et de l'*acide humique* ($C^{40} H^{12} O^{12} = 4350$), lesquels sont plus oxydés que les précédents.

Nous reviendrons sur ces dérivés du sucre.

Si l'action de l'acide sulfurique est prolongée, on obtient des produits noirs, mais qui renferment une proportion d'eau de moins en moins considérable.

L'action de l'acide chlorhydrique sur le sucre présente des résultats analogues, surtout lorsqu'il est concentré. Les autres acides minéraux mériteraient d'être étudiés sous ce rapport, et il est excessivement probable que l'on parviendrait ainsi à la connaissance de nombreux faits, utiles à la science et à l'industrie, et peut-être y rencontrerait-on de précieuses indications pour arriver à la solution de plusieurs problèmes intéressants.

On peut donc résumer ainsi l'action des acides faibles ou concentrés sur le sucre : 1° transformation du sucre prismatique en sucre de fruits par la plupart des acides affaiblis, à chaud et à froid, plus ou moins rapidement ; 2° transformation du sucre en une sorte de *xyloïdine* explosible ou d'azotate de sucre, par l'acide azotique concentré ; 3° conversion du sucre

en acide oxalhydrique, puis en acide oxalique, par le même acide moins concentré, à chaud ; 4° conversion du sucre en acide glycique, acide apoglycique, ulmine, acide ulmique, humine, acide humique et divers corps de moins en moins hydratés, par l'action de l'acide sulfurique, selon les circonstances.

Voyons maintenant quelle est l'action des *alcalis* sur le sucre.

Action des alcalis. — Nous avons ici à examiner deux phases particulières de la question qui nous occupe, et il importe de bien les préciser pour en apprécier la portée.

Les alcalis et les bases peuvent agir sur le sucre par voie de combinaison, dans certaines circonstances, et s'unir chimiquement avec lui.

Dans d'autres cas, et surtout lorsque la température s'élève un peu, les alcalis déterminent la suroxydation du sucre et sa transformation en produits acides ou autres, différant essentiellement du corps primitif.

Lorsque le sucre se combine aux bases, il joue le rôle d'*acide*, bien que l'on soit habitué à le ranger parmi les corps *neutres* ; mais on sait que la fécule elle-même se comporte comme un véritable acide dans sa combinaison avec le plomb, et qu'elle forme avec l'oxyde de ce métal un *féculate* ou *amylate* de plomb ; l'eau elle-même se comporte d'une manière analogue, et la potasse, la soude, la chaux éteinte, sont de véritables hydrates de ces bases, dans lesquels on doit considérer l'eau comme un acide hydrique.

Les combinaisons du sucre avec les bases doivent porter le nom de *sucrates* et non celui de *saccharates*, que l'on doit, afin d'éviter toute confusion, réserver aux combinaisons des bases avec l'acide saccharique dont nous avons parlé précédemment.

On connaît un certain nombre de sucrates, et il est probable que, dans certaines circonstances déterminées, le sucre pourrait se combiner à la plupart des bases. Le sucre ne change pas de nature en entrant dans ces composés, car, si l'on n'a pas élevé la température et que l'on n'ait pas soumis pendant trop longtemps le produit à l'action des circonstances extérieures, il est toujours possible d'en isoler le sucre non altéré. Il a été possible même de se servir de ce fait pour déterminer rigoureusement la composition du sucre, et nous verrons tout

à l'heure que cette composition est bien celle que nous avons indiquée $C^{12}H^9O^9 + 2HO$.

Sucrate de baryte. — Lorsque l'on verse une solution concentrée de baryte dans une dissolution également concentrée de sucre, à chaud, il se précipite par le refroidissement une masse cristalline de sucrate de baryte presque insoluble, qui a pour formule $BaO.C^{12}H^{11}O^{11}$, ou mieux $BaO.C^{12}H^9O^9+2HO$.

Valeur équivalente.		Valeur en centièmes.	
BaO........... =	958	Baryte...	30,948
$C^{12}H^9O^9+2HO$ =	2137,50	Sucre....	69,052
Equivalent.....	3095,50	Total.....	100,000

Le sucrate de baryte renferme donc 69 pour 100 de sucre et 31 environ pour 100 de base.

Il supporte aisément une température de $+200^0$ sans se décomposer ; mais si on le soumet à un courant d'acide carbonique, il se forme du carbonate de baryte insoluble et le sucre non altéré est mis en liberté.

Sucrate monobasique de chaux.— Ce sel, $CaO.C^{12}H^9O^9+2HO$, s'obtient en versant peu à peu, avec agitation, de la chaux éteinte, en lait épais, dans une dissolution concentrée de sucre, jusqu'à ce que celle-ci refuse d'en dissoudre davantage. Après avoir filtré la liqueur, il suffira d'y verser de l'alcool à $+85^0$ ou $+90^0$ pour précipiter le sucrate monobasique.

Valeur équivalente.		Valeur en centièmes.	
CaO........... =	350	Chaux...	14,07
$C^{12}H^9O^9+2HO$ =	2137,50	Sucre ...	85,93
Equivalent...	2487,50	Total...	100,00

En sorte que le sucrate monobasique de chaux contient 85,93 pour 100 de sucre et 14,07 pour 100 de chaux.

Sucrate sesquibasique de chaux. — Si, au lieu de verser la chaux en lait dans la dissolution sucrée, on verse celle-ci sur un excès de chaux hydratée, il se forme un sucrate très-soluble à froid, beaucoup moins soluble à chaud, et que l'on isole facilement en faisant chauffer la liqueur ; on le lave à l'eau bouillante. Ce sucrate a pour formule $3CaO.2(C^{12}H^9O^9+2HO)$.

Valeur équivalente.		Valeur en centièmes.	
$3CaO = 350 \times 3$............... =	1050	Chaux...	19,718
$2(C^{12}H^9O^9+2HO) = 2137,5 \times 2$ =	4275	Sucre...	80,282
Equivalent...	5325	Total...	100,000

Ce sucrate contient 80,282 de sucre pour 100 et 19,718 de chaux.

Les combinaisons du sucre avec la chaux ont une réaction fortement alcaline et ramènent au bleu le papier de tournesol rougi par les acides ; à l'ébullition, elles laissent déposer des sucrates plus basiques, ou renfermant des proportions de chaux plus considérables.

Ces sels absorbent l'acide carbonique de l'air atmosphérique et il se dépose sur les parois du vase des cristaux rhomboédriques de carbonate de chaux hydraté.

Sucrate bibasique de plomb. — On obtient ce sucrate en faisant digérer de la litharge finement pulvérisée ou porphyrisée avec un excès de dissolution concentrée de sucre. Il est préférable de le préparer autrement, à raison de son insolubilité : on verse de l'acétate de plomb dans la dissolution sucrée, on filtre la liqueur qui renferme le sucrate resté en dissolution à la faveur de l'acide acétique mis en liberté. Il suffit alors d'ajouter de l'ammoniaque pour précipiter le sucrate à l'état insoluble. En laissant le tout en repos pendant quelques jours, à $+30^0+$ ou 35^0 de température, le précipité prend l'apparence cristalline.

Séché à l'air libre, le sucrate de plomb a pour formule $2PbO. C^{12} H^9 O^9 + 2HO$.

	Valeur équivalente.		Valeur en centièmes.
$2PBO$..........	= 2589	Plomb (oxyde de).	54,778
$C^{12} H^9 O^9 + 2HO$	= 2137,5	Sucre...........	45,222
Equivalent.....	4726,5	Total...	100,000

Ce sucrate renferme 45,222 pour 100 de sucre et 54,778 de litharge. Séché dans le vide, il perd un équivalent d'eau et devient $2PbO. C^{12} H^9 O^9 + HO$; il perd son dernier équivalent d'eau quand on le sèche à $+160^0$ et devient $2PbO. C^{12} H^9 O^9$. On a donc :

Sucrate de plomb cristallisé,	séché à l'air......	$2PbO. C^{12} H^9 O^9 + 2HO$.
—	séché dans le vide.	$2PbO. C^{12} H^9 O^9 + HO$.
—	séché à $+160^0$....	$2PbO. C^{12} H^9 O^9$.

Un fait remarquable repose sur ce que l'une quelconque de ces trois formes du sucrate plombique, mise en suspension dans l'eau et traversée par un courant de sulfure d'hydrogène,

donne du sulfure de plomb et du sucre non altéré. On est donc en droit d'en conclure que le sucre n'a pas été détruit en devenant $C^{12}H^9O^9$ et que les deux équivalents d'eau qu'il renferme ne sont que des éléments d'hydratation. Il s'ensuit qu'on doit écrire la formule du sucre prismatique cristallisé $C^{12}H^9O^9 + 2HO$, bien que l'on n'ait pas encore isolé le sucre anhydre, isomère du saccharigène $C^{12}H^9O^9$.

Outre ces divers sels simples, le sucre forme encore des sels doubles avec les chlorures de sodium et de potassium, ainsi qu'avec le chlorhydrate d'ammoniaque.

La combinaison avec le sel marin s'obtient en faisant évaporer une dissolution concentrée de 1 partie de sel et 4 parties de sucre. Il se dépose d'abord du *candi*, puis des cristaux salés et sucrés tout à la fois représentés par la formule $NaCl. 2(C^{12}H^9O^9 + 2HO)$.

	Valeur équivalente.		Valeur en centièmes.
$NaCl$	730,4	Sel marin...	14,592
$2(C^{12}H^9O^9 + 2HO)$	4275	Sucre.......	85,408
Equivalent...	5005,4	Total...	100,000

Ce composé renferme donc 85,408 de sucre pour 100 et 14,592 de sel marin. Comme il est très-déliquescent, ainsi que celui qui se forme avec le chlorure de potassium et le chlorhydrate ammoniacal, il reste dans les eaux-mères et augmente la quantité des mélasses au détriment du sucre [1].

[1] On concevra aisément la perte énorme que la présence des chlorures de sodium et de potassium peut causer au fabricant de sucre, en prêtant attention aux observations suivantes.

En admettant que 100 kilogrammes de betterave renferment 83,5 d'eau pour 100 et 6,24 de cendres, et en élevant le chiffre des cendres à la proportion qu'il atteint dans plusieurs terrains, on aura approximativement par 100 kilogrammes :

Chlorure de sodium......	0,250
Chlorure de potassium..	0,200

sans parler du chlorhydrate d'ammoniaque, qui représente bien un chiffre de $0^k,060$ au moins, et que nous ne ferons pas entrer dans ce calcul.

Supposons une fabrique de sucre traitant annuellement 5,000,000 kilogrammes de racines, cette quantité nous mettra en présence de :

Chlorure de sodium......	12500 kilogrammes.
Chlorure de potassium....	10000 —

Nous savons que 14,592 de chlorure de sodium entraînent dans les mélasses

On comprend qu'il importe extrêmement au fabricant de sucre de ne pas cultiver ses plantes sucrières sur des sols trop abondants en chlorures, et que, pour la betterave, par exemple, il ne faudra jamais la placer sur un terrain dont on n'aurait pas diminué la teneur par rapport à ces sels, en y cultivant, pendant quelques années, des plantes qui en sont avides. Il y va de l'avenir de son établissement.

L'action de la potasse, de la soude et de la chaux sur le sucre, en dehors des faits de combinaison dont nous venons de parler, offre des phénomènes très-intéressants.

Si l'on chauffe une dissolution de sucre en présence de la potasse ou de la soude caustique, le sucre se change en glycose $C^{12}H^9O^9 + 5HO$, et il se forme en outre un acide particulier, le *kalisaccharique*, qui s'unit à la potasse.

Si l'on chauffe le sucre avec moitié de son poids de potasse ou de soude caustique, dans une capsule d'argent, il se change en acides carbonique et oxalique et l'on trouve que le résidu, traité par l'eau, donne du carbonate et de l'oxalate de potasse ou de soude.

Si l'on chauffe à $+140^0$, dans une cornue, 1 partie de sucre mélangée avec 8 parties de chaux vive, la matière se boursoufle beaucoup, il se dégage des gaz combustibles, et il passe à la distillation un liquide huileux formé d'*acétone* C^3H^3O, soluble dans l'eau, et de *métacétone* C^6H^5O, insoluble dans ce menstrue.

Lorsque l'on porte à l'ébullition une dissolution de sucre, en présence d'un alcali, il se forme beaucoup de glycose, de l'acide kalisaccharique, et un acide noir, nommé *acide mélassique* par M. Péligot.

85,408 de sucre... 17,918 de chlorure de potassium en entraînent 82,082 ; nous aurons les deux proportions :

$$14{,}592 : 85{,}408 :: 12500 : x = 73163^k{,}377$$
$$17{,}918 : 82{,}082 :: 10000 : x = 45810{,}356$$

Ensemble..... 110973,735

Voilà donc une perte nette de près de 120,000 kilogrammes de sucre, due à la présence des chlorures de potassium et de sodium, c'est-à-dire que ces sels, dans les proportions sus-indiquées, ont fait disparaître dans les mélasses plus du cinquième de *tout* le sucre cristallisable contenu dans les racines traitées, sans qu'il existe aucun moyen industriel de remédier à cet inconvénient.

II. — DU SUCRE DES FRUITS ACIDES.

Le *sucre des fruits acides*, *sucre incristallisable* ou *liquide*, doit être considéré comme un trihydrate de *saccharigène*, une fécule trihydratée. Il renferme, en effet, un équivalent d'eau de plus que le sucre prismatique, et sa formule est $C^{12}H^9O^9 + 3HO$, que l'on écrit souvent $C^{12}H^{12}O^{12}$.

Composition. — De la formule du sucre de fruits, on déduit aisément sa composition : il est formé de 12 proportions de carbone, 12 d'hydrogène et 12 d'oxygène, soit 12 proportions de carbone et 12 d'eau. On a, par conséquent :

Carbone......	$C^{12} = 75 \times 12 =$	....		900	= 2250
Hydrogène....	$H^{12} = 12,5 \times 12 =$	150	= Eau...	1350	
Oxygène......	$O^{12} = 100 \times 12 =$	1200			

Il est préférable d'évaluer sa composition en le regardant comme formé d'un équivalent de *saccharigène* $C^{12}H^9O^9$ et de trois équivalents d'eau, cette manière de voir étant plus rationnelle et dérivant de l'état où se trouve le sucre dans sa combinaison avec le plomb. On trouve dans ce cas les chiffres suivants :

Saccharigène, $C^{12}H^9O^9$	= 1912,50	= 2250,00
Eau, $3HO = 112,5 \times 3$	= 337,50	

La composition en centièmes du sucre liquide est conforme aux indications ci-dessous :

Carbone......	40	ou	Saccharigène.	85,00
Hydrogène....	6,667			
Oxygène......	53,333		Eau.........	15,00
	100,000			100,00

Caractères physiques.—Ce sucre, amené à dessiccation par une évaporation convenable, présente l'aspect de la gomme ; sa saveur est moins sucrée que celle du sucre prismatique. Il est soluble dans l'eau en toute proportion, très-soluble dans l'alcool à $+ 84^0$, mais insoluble dans l'alcool absolu.

Action de la chaleur. — Le sucre liquide se *caramélise*, comme le sucre prismatique, entre $+ 210^0$ et $+ 220^0$; au delà de ce terme, il se décompose et fournit des produits gazeux ou

liquides. Il reste dans l'appareil un charbon boursouflé, qui brûle complétement au contact de l'air.

Les produits de la combustion du sucre liquide ou plutôt de sa distillation sont les mêmes que ceux qui sont fournis par le sucre de canne.

Un caractère différentiel important à noter consiste en ce que la dissolution de sucre de fruits *dévie à gauche le plan de polarisation des rayons lumineux* [1].

Caractères chimiques. — Le sucre de fruits fermente immédiatement au contact de la levûre de bière, quand on le place dans les circonstances convenables de dissolution, d'accès de l'air et de température. Les produits de cette fermentation sont de l'alcool et de l'acide carbonique, suivant la réaction :

$C^{12}H^{12}O^{12}$....	=	$2(C^4H^4 2HO)$	+	$4CO^2$
Sucre de fruits.	=	alcool	+	acide carbonique.
2250.........	=	1150	+	1100 (= 2250.)

Différentes circonstances, et notamment l'action des ferments altérés, etc., modifient les produits de cette fermentation et déterminent la formation de la mannite, de la matière glaireuse, des acides lactique et butyrique, etc.

Les acides affaiblis, même à chaud, ne changent en rien l'action du sucre de fruits sur la lumière polarisée, mais les acides concentrés et les alcalis ont sur ce sucre une action analogue à celle qu'ils exercent sur le sucre prismatique. Les alcalis le noircissent rapidement et le changent en acide mélassique, à la température de l'ébullition. Une des particularités les plus remarquables de l'étude de ce sucre, encore peu étudié jusqu'à présent, consiste en ce que sa dissolution sirupeuse, abandonnée à elle-même, laisse déposer des cristaux confus de sucre très-hydraté, que nous avons indiqué sous les noms de *glycose*, *sucre de fécule* ou *pentahydrate de saccharigène* $C^{12}H^9O^9 + 5HO$. Ce sucre cristallin dévie *à droite* le plan de polarisation de la lumière.

Le sucre des fruits acides se rencontre dans la plupart des fruits acidules, soit seul, soit avec le glycose ; on le trouve dans les raisins, les cerises, les groseilles, les prunes, les pommes

[1] Voir ch. III.

et les poires, etc. On peut l'extraire facilement par simple évaporation de leur jus exprimé, après avoir saturé les acides libres par la craie, mais on l'obtient d'une manière encore plus commode en faisant bouillir une dissolution de sucre prismatique avec un acide faible.

On a admis que le sucre liquide est le même dans tous les fruits ; cependant, il convient de ne pas regarder cette affirmation comme absolue... On sait, au fond, bien peu de chose sur ce sucre et les transformations dont il peut être susceptible ; on ne connaît pas assez sa nature intime pour conclure *à priori*, et il est fort possible que des expériences ultérieures en fassent reconnaître plusieurs espèces différentes.

Si l'on remarque, en effet, que le sucre extrait des fruits et le sucre liquide du miel et de la mélasse ont la même composition, indiquée par la formule $C^{12}H^9O^9 + 3HO$, on sera tenté de n'y voir qu'une seule espèce ; cependant, le sucre liquide du miel et de la mélasse est très-soluble dans l'alcool, pendant que celui des fruits est insoluble dans ce menstrue. Ce caractère suffirait à les différencier, malgré l'identité de la composition élémentaire.

III. — DU SUCRE DE CHAMPIGNONS.

Le *sucre de champignons* ne présente que fort peu d'intérêt, et seulement parce qu'il complète la série des sucres ou des hydrates de *saccharigène*.

Il a pour formule $C^{12}H^{13}O^{13}$, ou mieux $C^{12}H^9O^9 + 4HO$; c'est donc un quadrihydrate, dont la composition est représentée par 12 proportions de carbone, 13 d'hydrogène et 13 d'oxygène, et donne les valeurs suivantes :

Carbone...	$C^{12} = 75 \times 12 =$		900	
Hydrogène.	$H^{13} = 12,5 \times 13 =$	162,50	= Eau.. 1462,50	= 2362,50
Oxygène...	$O^{13} = 100 \times 13 =$	1300		

Si l'on part du saccharigène, on a :

Saccharigène, $C^{12}H^9O^9$..... =	1912,50	= 2362,50
Eau, 440 = 112,50 × 4.... =	450	

Enfin, sa composition en centièmes donne les chiffres ci-dessous :

Carbone........	38,099	ou	Saccharigène...	80,952
Hydrogène......	6,875			
Oxygène........	55,026		Eau...........	19,048
	100,000			

Ce que l'on sait du sucre de champignons se réduit à fort peu de chose ; il cristallise en prismes quadrangulaires à base rhombe, terminés par un sommet dièdre. Il est incolore, soluble dans l'eau et l'alcool, et susceptible de fermenter alcooliquement. Mais, dans l'acte de la fermentation, il y a un équivalent d'eau qui est mis en liberté selon la formule :

$C^{12}H^{13}O^{13}$..............	=	$2(C^4H^4+2HO)$	+	$4CO^2$	+	HO
Sucre de champignons...	=	alcool	+	acide carbonique	+	eau
2362,50................	=	1150	+	1100	+	112,50
						(= 2362,50),

le trihydrate ou sucre de fruits $C^{12}H^9O^9+3HO$ étant le seul qui puisse se dédoubler exactement en alcool et acide carbonique.

Le sucre de champignons, que l'illustre et regrettable Braconnot *paraît* avoir confondu avec la *mannite*, a été isolé par Wiggers de l'extrait alcoolique de *seigle ergoté*.

Il est à peu près hors de doute pour nous, après une suite d'expériences à ce sujet, que la plupart des champignons renferment un sucre analogue, susceptible d'éprouver la fermentation alcoolique ou vineuse, caractère qui n'appartient pas à la mannite.

IV. — DU SUCRE DE FÉCULE OU GLYCOSE.

Nous voici arrivé à la dernière espèce rangée parmi les sucres proprement dits, et faisant partie de la série des hydrates de saccharigène. Le *glycose* est un pentahydrate de ce corps $C^{12}H^9O^9+5HO$, que l'on écrit le plus souvent $C^{12}H^{14}O^{14}$.

Composition. — Le glycose renferme :

Carbone....	C^{12} =	75 + 12 =			900	= 2475.
Hydrogène.	H^{14} =	12,5 + 14 =	175	= Eau...	1575	
Oxygène...	O^{14} =	100 + 14 =	1400			

En partant du saccharigène, on a :

Saccharigène, $C^{12}H^9O^9$	=	1912,50	} = 2475,00
Eau, $5HO = 112,5 \times 5$	=	562,50	

La composition en centièmes du glycose répond aux valeurs suivantes :

Carbone.......	36,364	ou	Saccharigène.	77,273
Hydrogène.....	7,070			
Oxygène.......	56,566		Eau.........	22,727
	100,000			100,000

Le glycose est, de tous les sucres, le plus abondant et le plus essentiel peut-être à la vie végétale. Il se trouve dans toutes les plantes, au moins à une époque donnée de leur végétation, tandis que les autres espèces ne se rencontrent que dans certains végétaux et dans certaines conditions déterminées.

La nature ne se lasse pas de le produire en quantité suffisante pour les besoins de la végétation; il est le premier résultat de la germination, et se trouve dans la plupart des plantes, en quantité notable, jusqu'à la maturité des graines, époque à laquelle il est transformé en fécule, sans cependant jamais disparaître tout à fait. On peut dire que, de tous les produits des plantes, à l'exception du ligneux et de la cellulose, la fécule, source du sucre, et le glycose, dernier terme de l'hydratation de cette même fécule, sont les plus répandus.

Cela est très-concevable pour l'homme qui réfléchit aux lois naturelles et qui ne court pas après la futile vanité de dresser des théories incompréhensibles sur des faits mal observés. La théorie n'est pas la science, et celle-ci ne consiste guère aujourd'hui encore que dans l'observation attentive des faits. La théorie, au contraire, s'empare des faits, d'un seul quelquefois, et construit sur cette base des systèmes et des hypothèses. Aussi, combien ne voyons-nous pas surgir de théories absurdes et contradictoires, parce qu'elles se sont élevées sur un trop petit nombre de faits, vus le plus souvent sous l'angle de la passion et de la personnalité? Il ne peut y avoir de véritable théorie sur un point donné, que celle qui est basée sur l'observation de la généralité des faits qui s'y rattachent, et une telle théorie, sans être absolue, peut néanmoins être d'accord avec la majorité des faits.

Nous avons attaqué si souvent cette manie de notre époque

que cela semble une redite de notre part, mais nous ne croyons pas que l'on puisse jamais trop répéter un avertissement salutaire qui doit sauvegarder la science et l'application contre les écarts où veulent les entraîner des personnalités ambitieuses, avides de se substituer à la science même, et de l'individualiser en elles-mêmes.

La plante est essentiellement charbon; le charbon ne peut lui arriver qu'à l'état de combinaison gazeuse, libre ou dissoute dans l'eau de végétation, et cette nourriture, *essentielle à son existence*, ne peut être mise en liberté, être rendue assimilable que par une action réductrice puissante, qui appartienne à un principe propre de la plante. Ce principe est le sucre, le glycose surtout; nous l'avons démontré dans maintes occasions; voilà pourquoi le glycose se trouve dans toutes les plantes, jusqu'à la maturité des graines; voilà pourquoi le premier acte de la vie est de le produire aux dépens de l'amidon dans l'acte de la germination.

Ces faits observés avec soin, et surtout avec la volonté bien arrêtée de ne pas chercher à les courber sous une théorie préconçue, quelle qu'elle soit, donnent la clef de bien des contradictions et permettent de se rendre compte de la nécessité du sucre dans l'organisation végétale; on peut même prendre ce point de départ pour en étudier les transformations successives et leurs causes.

Le glycose, avons-nous dit, existe dans toutes les plantes, pendant toute la vie pour quelques-unes, au moins jusqu'à la maturité des graines pour certaines autres, à un moment donné pour quelque rares exceptions, au sujet desquelles la discussion est permise. Mais le glycose existe surtout, *sans aucune exception*, dans toutes les graines, au moment de la germination, dans tous les tubercules, rhizomes, racines, boutures, marcottes, etc., à la même époque. Partout où un germe, un bouton, un gemme va se développer, le glycose afflue aux dépens de l'amidon et de ses congénères.

Il se passe un fait d'hydratation de ces derniers corps sous l'influence de la diastase ou d'un autre principe azoté analogue, fait que M. Dumas a voulu ranger à tort dans les faits de la fermentation proprement dite.

Le *monohydrate de saccharigène* passe, sous cette influence, à l'état de *pentahydrate* ou de glycose, et la nutrition du germe

ou de l'embryon commence; l'absorption du carbone venant de l'acide carbonique réduit par le sucre fournit aussitôt les matériaux de la trame végétale.

Le glycose se trouve, en outre, dans la plupart des séves, sinon dans toutes; il forme la partie solide du miel des abeilles; on le rencontre avec le sucre liquide dans la plupart des fruits; il est identique avec le sucre animal connu sous le nom de *diabète*.

On peut produire artificiellement le glycose en faisant réagir un acide faible ou concentré sur la fécule, les gommes, la dextrine, etc., la cellulose, le ligneux... Mais la méthode la plus rationnelle consiste à imiter complétement ce que fait la nature dans la germination, et à traiter la fécule par la *diastase*.

La diastase est isolée par l'action de l'eau sur les graines, à une température suffisante pour déterminer la germination; c'est un ferment ou corps organisé azoté, qui se dissocie à cette époque et réagit dès lors sur la fécule avec laquelle il est en contact.

L'orge germée, les environs de tous les germes des graines, soumis à l'action de l'eau tiède, cèdent ce principe au liquide, et la solution de diastase agit sur la fécule exactement comme un acide faible, ou comme elle eût fait sur la fécule de la graine à laquelle elle appartenait.

Nous reviendrons plus loin sur les divers modes de préparation du glycose, auquel nous consacrons un chapitre spécial (IIe partie), à raison de son importance industrielle et commerciale.

Caractères physiques du glycose.—Le glycose, nommé encore *sucre de fécule*, *sucre de raisin*, etc., se présente en cristallisation confuse affectant la forme de choux-fleurs; sa couleur est blanche, mais il offre souvent une teinte jaunâtre, selon sa pureté et les matières premières qui ont servi à sa préparation; il est mou et peut être coupé au couteau comme une véritable pâte.

Sa forme de cristallisation lui a fait donner le nom de *sucre mamelonné*. Nous préférerions à cette appellation celle de *glycose*, qui ne préjuge rien sur l'origine de ce corps, et c'est une considération assez importante dans le cas dont il s'agit.

Il paraîtrait qu'on a pu obtenir des cristaux isolés ressem-

blant à des rhomboèdres, mais jamais nous n'avons pu constater l'exactitude de cette assertion, sinon dans le sucre de miel.

Le glycose a une densité de 1386, celle de l'eau étant 1000. Il est moins sucré que le sucre prismatique, et il en faut environ 2 parties 1/2 ou 3 parties pour sucrer un volume d'eau autant que ferait 1 partie de sucre de canne. Il n'est soluble que dans 1 partie 1/2 d'eau froide, qui n'en dissout que 63,5 pour 100 à $+ 23^0$. Il se dissout en toute proportion dans l'eau bouillante.

Il est soluble dans 60 parties d'alcool absolu bouillant et dans 5 ou 6 parties d'alcool à $+ 83^0$. Il est à peu près insoluble dans l'alcool absolu froid.

Les dissolutions dévient à droite le plan de polarisation des rayons lumineux.

Action de la chaleur. — Le glycose se ramollit vers $+ 60^0$, fond à $+ 100^0$ et perd deux équivalents d'eau en devenant $C^{12}H^9O^9 + 3HO$; mais il ne continue pas moins à dévier à droite le plan de polarisation. Au-dessus de cette température, il se caramélise, noircit et se décompose, en donnant les produits de la décomposition du sucre dont nous avons parlé précédemment.

Action des acides. — Les acides faibles ne changent pas le plan de polarisation du glycose ; mais si l'on prolonge l'ébullition de la dissolution de glycose en présence d'un acide faible, il se produit de l'acide ulmique cristallin et de l'ulmine, si l'opération se fait à l'abri de l'air. Dans le cas où elle a lieu en présence de l'oxygène atmosphérique, il se forme, en outre, de l'acide formique, selon M. Malaguti.

Si l'on verse peu à peu 1 partie 1/2 d'acide sulfurique concentré sur une partie de glycose maintenu fondu, à la température de l'eau bouillante, en agitant le mélange ; que l'on étende d'eau et qu'on neutralise la liqueur par le carbonate de baryte, il se précipite du sulfate de baryte insoluble, et il reste en dissolution un sel nouveau, le *sulfosaccharate de baryte*. Ce sel est formé de baryte et d'acide *sulfosaccharique,* résultant de l'action de l'acide sulfurique sur le glycose.

Cette action a consisté dans la substitution d'un équivalent d'acide sulfurique SO^3 à une partie de l'eau unie au saccharigène, en sorte que le glycose est devenu dans cette combinai-

son $C^{12}H^9O^9 + HO$, la formule de l'acide sulfosaccharique étant $2(C^{12}H^9O^9 + HO) + SO^3$ ou $C^{24}H^{20}O^{20} + SO^3$.

On isole l'acide sulfosaccharique de la manière suivante. Dans la solution de sulfosaccharate de baryte, on verse du sous-acétate de plomb ; il se forme de l'acétate de baryte soluble et il se précipite du sulfosaccharate de plomb insoluble $4PbO.C^{24}H^{20}O^{20} + SO^3$. Celui-ci, bien lavé, est mis en suspension dans l'eau et décomposé par un courant de sulfure hydrogène qui précipite le plomb à l'état de sulfure. La dissolution filtrée d'acide sulfosaccharique est ensuite évaporée sous une cloche, soit à l'aide du vide, soit en profitant de l'avidité que le chlorure de calcium, la chaux vive, ou l'acide sulfurique concentré ont pour l'eau. Il suffit de placer sous la cloche une capsule contenant l'un de ces corps et le vase renfermant la dissolution d'acide sulfosaccharique. On renouvelle de temps en temps la substance desséchante jusqu'à ce qu'elle ne produise plus d'effet sensible. On recueille l'acide sulfosaccharique dans un flacon fermant bien à l'émeri. Ce corps se décompose par une très-faible élévation de température.

Lorsqu'on fait agir l'acide azotique sur le glycose, il se produit une matière explosible, ou de l'acide saccharique, et ensuite de l'acide oxalique, dans les mêmes circonstances qui donnent lieu à ces produits avec le sucre prismatique.

Action des alcalis, etc. — Lorsque l'on élève la température de la dissolution de glycose en présence d'un alcali, cette dissolution noircit, pour deux raisons principales : la première, que ce corps se caramélise promptement au-dessus de $+100^0$, la seconde qu'il se forme un acide noir, floconneux, insoluble dans l'eau, mais très-soluble dans l'alcool. Cet acide a été nommé *acide mélassique* par M. Péligot. Sa formule est $C^{24}H^{12}O^{10}$ ou $C^{12}H^6O^5$. Le *mélassate* alcalin formé reste en dissolution et continue à réagir sur le glycose et même sur le sucre prismatique, s'il en existe dans la solution.

La chaux en excès produit un effet analogue : de plus, lorsqu'on met de la chaux éteinte dans la dissolution de glycose, cette base est dissoute en grande partie, la liqueur devient graduellement neutre, en perdant son caractère d'alcalinité ; elle contient alors un sel, le *glycate de chaux*, $CaO.2(C^8H^5O^5) + HO$, formé de chaux et d'un nouvel acide, le

glycique, constitué aux dépens du glycose. La formule de cet acide est $C^8 H^5 O^5$.

On l'isole en versant de l'acide oxalique dans la dissolution de glycate de chaux, jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité. La dissolution évaporée donne un acide blanc, déliquescent, d'apparence gommeuse.

Si l'on verse du sous-acétate de plomb dans une dissolution de glycate de chaux, il se précipite un glycate de plomb insoluble $2PbO. C^8 H^5 O^5$, que l'on peut décomposer facilement par un courant de sulfure d'hydrogène.

En faisant bouillir la dissolution de glycose pendant plusieurs heures avec de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfurique, on transforme également le sucre mamelonné en acide glycique.

Si l'on fait bouillir à l'air une dissolution d'acide glycique, il se transforme en *acide apoglycique* $C^{18} H^{11} O^{10}$. Cet acide est brun, non déliquescent, soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool.

On l'isole en saturant la liqueur avec de la craie et concentrant ensuite en consistance de sirop. L'alcool dissout le glycate de chaux mélangé et laisse l'apoglycate que l'on dissout dans l'eau. On verse dans la liqueur du sous-acétate de plomb, qui donne un précipité d'apoglycate de plomb, $PbO. C^8 H^9 O^{18}$. Ce sel lavé, mis en suspension dans l'eau, est décomposé par le sulfure d'hydrogène; on filtre la liqueur et on la fait évaporre à siccité au bain-marie.

L'acide apoglycique se forme également lorsque l'on fait bouillir à l'air la dissolution des glycates de soude ou de potasse.

Le glycose forme plus difficilement des sels ou glycosates avec les bases que le sucre prismatique. On obtient cependant le glycosate de chaux $3CaO. 2 (C^{12} H^{14} O^{14})$ en versant de l'alcool dans la dissolution de glycose dans l'eau de chaux. Il est peu stable et se transforme bientôt en glycate. Le glycosate de plomb se prépare en versant dans la solution de glycose de l'acétate de plomb ammoniacal : il a pour formule $6PbO. 2 (C^{12} H^{14} O^{14})$. Le glycosate de baryte $3BaO. 2 (C^{12} H^{14} O^{14})$ se précipite quand on verse de l'eau de baryte dans du glycose dissous dans l'esprit de bois.

La combinaison du glycose avec le sel marin s'effectue très-

aisément : il suffit de dissoudre dans l'eau 1 partie de chlorure de sodium et 6 parties de glycose pour obtenir, par évaporation, de beaux cristaux incolores, transparents, solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool à $+95^0$, lesquels sont des pyramides doubles à six pans. La formule de ce composé est $Na\,Cl\,2\,(C^{12}H^{12}O) + 2HO^{12}$. Quand on le dessèche dans le vide sec, il perd ses deux équivalents d'eau et tombe en poussière.

Complétons ces données en ajoutant qu'à la température de l'ébullition le glycose précipite l'oxydule de cuivre du tartrate de cuivre dissous dans la potasse : nous verrons l'application de cette propriété dans le chapitre consacré à la saccharimétrie.

Fermentation. — Le glycose fermente immédiatement, comme le sucre de fruits, au contact de la levûre de bière, et il donne de l'alcool, de l'acide carbonique et de l'eau, selon la réaction :

$C^{12}H^{14}O^{14}$.	=	$2(C^4H^4 + 2HO)$	+	$4CO^2$	+	2HO.
Glycose....	=	alcool	+	acide carbonique	+	eau.
2475......	=	1150	+	1100	+	225 (=2475).

Il résulte de ce qui précède que le sucre mamelonné ou glycose fournit moins d'alcool que son poids ne semble l'indiquer ; c'est le contraire pour le sucre de canne. Celui-ci, en effet, gagne un équivalent d'eau, tandis que le glycose en perd deux, pour revenir à l'état de sucre de fruits.

1150p d'alcool sont produites par {
- 2137p,5 de sucre de canne ou prismatique.
- 2200 de sucre de fruits, etc.
- 2475 de glycose.

Ainsi on peut déduire de ces données les chiffres *théoriques* suivants :

100k de {
- Sucre prismatique... = 53,801 d'alcool anhydre.
- Sucre de fruits..... = 51,111 —
- Glycose............ = 46,465 —

Encore le glycose est-il beaucoup plus sujet à produire les dégénérescences lactique et butyrique [1] que les deux autres

[1] Voir notre ouvrage sur la *Fermentation*.

sucres ; il est même à peu près impossible d'en obtenir le rendement *théorique* indiqué, parce qu'il se forme presque toujours une certaine quantité d'acide lactique dans la fermentation du glycose.

V. — DU MIEL ET DU SUCRE DIABÉTIQUE.

D'après ce que nous avons dit précédemment, on comprendra que le miel n'est autre chose qu'un mélange de sucre liquide $C^{12}H^9O^9 + 3HO$ et de glycose $C^{12}H^9O^9 + 5HO$, accompagné de matières extractives et aromatiques.

Tout le monde sait assez ce que c'est que le miel pour que nous n'ayons pas à entrer à cet égard dans des détails descriptifs d'histoire naturelle. Disons seulement que la couleur, l'arome, la saveur du miel varient selon les saisons, les climats et les plantes butinées par les abeilles. Les proportions des deux sucres varient également selon les mêmes conditions : le glycose est plus abondant au printemps qu'en automne, si l'année est sèche que quand elle est pluvieuse, dans les pays abondants en labiées et plantes aromatiques que dans les autres, etc.

La partie liquide du miel étant plus soluble dans l'alcool concentré que le sucre mamelonné, on a profité de ce fait pour isoler les deux sucres de ce produit.

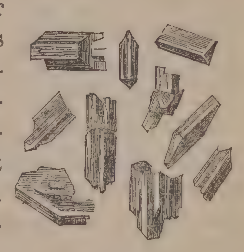
Braconnot formait une pâte en broyant du miel grenu avec 1/8 d'alcool : après quelques heures de macération, le tout était soumis à la presse dans un sac de forte toile. La cassonade qui en résultait était traitée de la même manière une seconde fois, mais par 1/10 seulement d'alcool, et le sucre presque blanc obtenu était ensuite clarifié au blanc d'œuf, concentré et soumis à la cristallisation.

Ce sucre est blanc, d'une saveur franche et fraîche, mais il est moins soluble et moins sucré que le sucre prismatique : il est mou et pâteux lorsqu'on le lave par l'éther ou l'alcool, et l'opinion générale est qu'il est identique avec le glycose. Cela est exact quant à la composition et aux caractères chimiques, mais nous pensons devoir présenter quelques observations relativement à la cristallisation.

Le sucre de miel, précipité par l'alcool d'un beau miel grenu

de Normandie, nous a donné une masse de cristaux très-blancs parmi lesquels nous avons pu distinguer les formes suivantes (fig. 2), que nous avons groupées à dessein pour en faire voir les rapports.

Ces cristaux nous ont paru présenter des caractères assez tranchés et des lignes assez nettes pour que nous *hésitions* à y retrouver la forme de choux-fleurs ou de mamelons. Les lignes rappellent la forme prismatique ; le sommet dièdre se rappelle à l'esprit, et l'on se demande involontairement si la distance qui sépare le sucre de miel du prismatique ne pourrait pas être franchie par des recherches suivies. Il est possible, d'ailleurs, que les cristaux confus du glycose soient doués de la même forme, puisqu'on y a découvert des rhomboèdres. *Peut-être* encore, le miel serait-il formé à la fois de sucre liquide, de glycose et d'un autre sucre non défini ?... En tout cas, le reste de la masse que nous avons observée se composait de cristaux très-petits [1], dont les arêtes *rectilignes* ne rappelaient en rien les mamelons des auteurs, malgré l'impossibilité absolue d'en bien définir tous les contours, tant à cause du faible grossissement de notre microscope, que par rapport à leur multiplicité et à leur enchevêtrement.



(Fig. 2).

Quoi qu'il en soit, nous donnons ce fait sans autre commentaire, parce que la question des sucres nous paraît avoir été beaucoup trop *controversée* avant d'avoir été *étudiée*, et que notre observation en fournit une preuve. Nous croyons que leur étude différentielle est à refaire dans ses moindres détails.

Le *diabète sucré* est une maladie particulière dont il a été beaucoup question dans ces dernières années, à propos des expériences remarquables de M. Cl. Bernard... Elle consiste dans une surabondance notable de l'excrétion urinaire ; l'urine contient le plus souvent une quantité de glycose qui varie et peut aller jusqu'à 8 ou 10 pour 100 ; quelquefois elle est insipide, etc. Cette maladie, fort grave, s'accompagne de

[1] Nous n'avons reproduit que les plus apparents.

dépérissement graduel et se complique souvent de phthisie pulmonaire.

Les malades qui en sont atteints sont tourmentés par une soif violente et un appétit dévorant, ils maigrissent rapidement et perdent leurs forces physiques et morales.

D'après M. Bernard, il y aurait un rapport constant entre les fonctions physiologiques du foie et celles du poumon. Celui-ci consommerait et détruirait le sucre élaboré par le premier aux dépens du carbone introduit dans l'organisme. Lorsqu'une affection maladive vient rompre l'équilibre entre ces fonctions et que la production du sucre par le foie est supérieure à la quantité détruite par le poumon, cette substance devient en excès, les poumons ne la détruisant plus en totalité, et elle est excrétée par les voies urinaires.

Toutes ces opinions nous paraissent fort rationnelles *à priori*, mais nous n'avons pas à les examiner ici, non plus que les raisons apportées par un adversaire fort éclairé et fort érudit pour les combattre.

Les diabétiques produisent quelquefois 20 litres d'urine par vingt-quatre heures, et cette quantité énorme de liquide renferme jusqu'à 200 grammes de glycose, soit 10 pour 100.

Nous en indiquons l'extraction dans le chapitre suivant.

VI. — DE LA LACTINE OU SUCRE DE LAIT.

La matière à laquelle le lait des ruminants et des femelles des mammifères doit son goût sucré porte les noms de *sucre de lait*, de *lactine* et de *lactose*. Elle se trouve en dissolution dans le *sérum* ou *petit-lait* qui reste après l'extraction du beurre et du *caséum* au fromage.

Ce serait une grande erreur de comparer le sucre de lait au ligneux ou à la fécule, et de prétendre qu'il diffère autant du sucre que ces deux corps, si l'on voulait continuer à le ranger parmi les sucres ; en effet, un véritable sucre est *susceptible d'éprouver la fermentation alcoolique*, lorsqu'on le place dans les circonstances convenables ; c'est là le seul caractère constant des sucres, le seul auquel, dans l'état actuel de la science, on puisse accorder une juste confiance.

Le sucre de lait a pour formule $C^{24}H^{24}O^{24}$, ou mieux $C^{24}H^{18}O^{18}+6HO$ ou $2\ (C^{12}H^{9}O^{9}+3HO)$.

Sa composition répond aux valeurs doublées du sucre des fruits acides.

Si le sucre de lait *pur* n'est pas susceptible d'éprouver la fermentation alcoolique par le seul effet du ferment, on doit le considérer comme un *glycoside* et non comme un sucre. Il y a nombre de faits qui attestent que ce sucre, bien *privé* de *caséine* et de *matière grasse*, fermente au contact de la levûre de bière, *de la même manière que le sucre de canne, mais plus rapidement*, sans avoir subi la transformation en glycose, que certains auteurs regardent comme indispensable.

Sans chercher des preuves dans nos expériences personnelles, nombreuses à ce sujet, nous nous contenterons de celle que nous offre M. Orfila lui-même, l'un des partisans de la transformation préalable : « Le sucre de lait contenu dans le lait *frais* éprouve la fermentation alcoolique, dit-il, si le lait est maintenu à la température de $+40^{0}$, tandis que *si le lait a été exposé pendant quelque temps à l'air, et que le caséum ait subi une certaine altération*, le sucre de lait subit la fermentation lactique. »

Le lait *frais*, à $+40^{0}$, n'a subi aucune action qui le change en glycose, et cependant il éprouve la fermentation alcoolique.

Nous pensons qu'il serait plus rationnel de regarder *peut-être* le sucre de lait comme un composé de glycose et de matière gommeuse, un véritable glycosate, dont la formule serait :

$$C^{24}H^{18}O^{18}+6HO = C^{12}H^{9}O^{9}5HO + C^{12}H^{9}O^{9}.HO$$

Sucre de lait.... = glycose + gomme.

Nous ne préjugeons en rien cette question, mais nous pensons que cette manière de voir aplanirait bien des difficultés.

Le sucre de lait tourne à droite le plan de polarisation des rayons lumineux, comme la dextrine, le sucre prismatique et le glycose ; il cristallise en parallélipipèdes, terminés par des pyramides à quatre faces ; il est dur, incolore, un peu sucré, ou plutôt d'une saveur douce et agréable.

Il perd deux équivalents d'eau à $+120^{0}$ et trois de plus à $+150^{0}$; il est alors devenu $C^{24}H^{19}O^{19}$ ou $C^{24}H^{18}+HO$, et cette composition est la même que celle qu'il présente, lorsqu'il est combiné à l'oxyde de plomb.

Il se dissout dans 2 parties d'eau bouillante et dans 6 parties d'eau froide ; il ne se dissout ni dans l'éther, ni dans l'alcool, qui le précipitent de sa dissolution aqueuse.

Les acides étendus le transforment en glycose, à la température de l'ébullition, et l'acide azotique le change en acides mucique et oxalique, ce qui justifie notre manière de voir et permet de le considérer comme un glucosate de gomme.

Enfin, le caséum altéré le change en acide lactique.

On le prépare en évaporant le sérum du lait : on le purifie par plusieurs cristallisations successives.

DES MATIÈRES SUCRÉES NON FERMENTESCIBLES.

Nous continuons cette étude des sucres et des matières sucrées par l'examen rapide des propriétés de quelques substances, dont *la saveur est douce et sucrée*, mais qui sont dépourvues de la propriété principale des sucres, savoir : celle de *fermenter alcooliquement*, en présence de l'eau et de la levûre de bière.

Nous rangerons dans ce groupe les matières suivantes :

1° La *sorbine*........	$C^{12}H^{12}O^{12}$ ou $C^{12}H^{9}O^{9}$ 3HO, trihydrate de saccharigène, *isomère* du sucre de fruits.
2° La *mannite*.......	$C^{12}H^{14}O^{12}$ (ou $C^{12}H^{12}O^{12} + H^{2}$) différant chimiquement de la précédente par 2 équivalents d'hydrogène.
3° La *dulcose*........	Même composition et même formule que la mannite $C^{12}H^{14}O^{12}$.
4° La *phycite*........	Même observation.
5° La *quercite*.......	$C^{12}H^{12}O^{10}$.
6° La *glycyrrhizine*...	$C^{36}H^{22}O^{12}$ 2HO ou $C^{36}H^{24}O^{14}$, s'éloignant plus complétement des substances précédentes.
7° La *phlorétine*.....	$C^{12}H^{6}O^{4}$, dérivant de la phloridzine.
8° L'*olivile*..........	$C^{28}H^{18}O^{10}$, trouvée dans la gomme d'olivier.
9° L'*orcine*..........	$C^{16}H^{11}O^{7}$.

Nous pourrions étendre encore cette liste, en y ajoutant plusieurs autres substances d'*origine végétale*, dont la saveur est sucrée, mais qui ne donnent pas d'alcool par voie fermentative ; nous nous bornerons cependant aux corps précédemment cités, et nous y joindrons seulement quelques observations sur trois principes sucrés, d'*origine végéto-animale* ou *animale*, la *glycérine*, $C^{6}H^{8}O^{6}$, l'*inosite* $C^{12}H^{12}O^{12} + 4HO$ et le *glycocolle*, $C^{4}H^{5}O^{4}Az$.

1. **Sorbine.** — La sorbine cristallisée pourrait être rangée théoriquement à la suite des sucres proprement dits, si l'on n'avait égard qu'à sa composition; elle contient, en effet, sept équivalents d'eau combinés à un équivalent de saccharigène ($C^{12}H^9O^9 + 7HO$ ou $C^{12}H^{12}O^{12} + 4HO$), et il ne manquerait à la série que le produit intermédiaire entre cette substance et le sucre de fécule.

Quoi qu'il en soit, « la sorbine est une substance de saveur sucrée, que l'on trouve dans le suc fermenté de sorbier des oiseaux. Pour la préparer, on écrase les baies de sorbier recueillies vers la fin de septembre, et l'on filtre le suc à travers un linge. Ce suc est abandonné à lui-même dans des terrines, pendant douze à quinze mois. Il s'y développe des dépôts et des végétations que l'on sépare. La liqueur, évaporée à une douce chaleur, jusqu'à consistance sirupeuse, abandonne des cristaux d'un brun foncé. On redissout ces cristaux, on décolore la liqueur par le noir animal, et par l'évaporation on obtient des cristaux très-nets de sorbine pure.

« La sorbine est incolore, d'une saveur aussi sucrée que celle du sucre de canne. Elle dévie à gauche le plan de polarisation d'un rayon de lumière polarisée. Son pouvoir rotatoire est de 36′. La composition de la sorbine, séchée à $+100^0$, correspond à la formule $C^{12}H^{12}O^{12}$; celle de la sorbine cristallisée correspond à $C^{12}H^{16}O^{16}$. Par ce mode de composition, *la sorbine se place parmi les sucres*.

« L'eau dissout à peu près le double de son poids de sorbine, l'alcool bouillant n'en dissout, au contraire, que des quantités très-minimes, qui se déposent par le refroidissement. *La sorbine ne fermente pas avec la levûre de bière*. L'acide sulfurique faible ne lui fait subir aucune altération et ne la rend pas fermentescible. L'acide azotique, chauffé avec la sorbine, produit beaucoup d'*acide oxalique*.

« La sorbine forme des combinaisons cristallisables avec le sel marin. » (Regnault, t. IV.)

Ajoutons que la sorbine est caramélisée par les alcalis, qu'elle se combine avec l'oxyde de plomb, et que la combinaison, obtenue en versant du sous-acétate de plomb dans la dissolution de sorbine, précipite par l'ammoniaque. La sorbine réduit les dissolutions cuivriques à froid ou à chaud, et se conduit comme le glycose avec la *liqueur de Bareswill*.

En présence de ces caractères, qui font de la sorbine un sucre, il ne reste qu'un côté différentiel : c'est la *non-fermentescibilité* de cette substance.

Nous conservons des doutes sérieux à cet égard, et nous ne pourrions attribuer au sucre des sorbes la quantité notable d'alcool fournie par ces fruits fermentés. La sorbine *isolée* serait-elle réellement à l'abri de l'action du ferment, et deviendrait-elle fermentescible en présence d'un autre sucre ? C'est une question qui vaudrait la peine d'être élucidée et que nous nous proposons d'étudier. En tout cas, nous ne sommes pas loin de croire que, par une méthode appropriée, on pourrait tirer un parti avantageux des sorbes, sous deux rapports différents. Vers la fin de septembre, ces fruits fournissent beaucoup de sorbine très-sucrée, et lorsqu'on les recueille en novembre ou décembre, ce principe a disparu en partie pour faire place à du sucre de fruits alcoolisable ; nous avons constaté ce fait nombre de fois, en sorte que la sorbine serait transformable en sucre de fruits par un simple jeu d'isomérie, par les seuls progrès de la végétation.

2. **Mannite.** — La *manne* n'est autre chose que le suc concrété des *fraxinus ornus* et *rotundifolia* (frênes), de la famille des *jasminées*. Ces deux variétés croissent en Calabre.

C'est de la manne que l'on retire la *mannite*. On trouve également cette substance dans la *matière glaireuse* qui se produit lors de la dégénérescence particulière subie par le sucre dans ce qu'on appelle la *fermentation visqueuse*.

La manne en renferme jusqu'à 60 pour 100. On trouve encore la mannite dans le céleri, le champignon, l'oignon, les asperges... On la retire de la manne en faisant bouillir cette substance avec l'alcool concentré ; on filtre la dissolution et on la soumet à l'évaporation.

Pour l'extraire du suc de betteraves fermenté, on évapore ce suc jusqu'à consistance sirupeuse, et l'on traite ce sirop par l'alcool, comme il vient d'être dit.

La mannite forme des cristaux prismatiques d'une saveur sucrée, d'autant plus gros qu'ils ont été obtenus par une évaporation plus lente ; elle fond un peu au-dessus de $+ 100^{0}$ et cristallise par refroidissement. A une température plus élevée, elle se décompose à la manière des sucres.

La mannite est soluble dans l'alcool bouillant, dans 5 parties d'eau froide, mais peu soluble dans l'alcool froid. La dissolution alcoolique la laisse déposer en cristaux soyeux aiguillés. La mannite n'a pas d'action sur la lumière polarisée ; elle ne fermente pas ; les acides faibles ne la rendent pas fermentescible. A chaud, l'acide azotique du commerce la change en acide saccharique et oxalique ; elle donne une matière explosible avec l'acide azotique fumant.

Sa dissolution est colorée en rouge brique par l'acide arsénique.

3. **Dulcose.**—Cette matière nous provient de Madagascar à l'état de masses arrondies, recouvertes de terre et d'impuretés.

Quand on l'a purifiée par la dissolution dans l'eau et l'évaporation, on en retire des cristaux prismatiques d'une saveur sucrée, fusibles à $+180^0$ et cristallisant par le refroidissement.

La dulcose est soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, même bouillant ; elle ne fermente pas avec la levûre de bière. Elle n'est pas altérée par les dissolutions alcalines faibles, mais bien par les alcalis concentrés. L'acide azotique la transforme en acide mucique, ce qui la rapprocherait des gommes.

4. **Phycite.** — On retire ce produit d'une variété d'algue connue sous le nom de *protococcus vulgaris*. La plante est traitée par l'alcool, jusqu'à épuisement. La liqueur est concentrée à cristallisation, puis la masse refroidie est comprimée entre des doubles de papier Joseph. On fait cristalliser plusieurs fois la matière dans l'eau et l'on obtient des prismes de phycite pure.

Elle est soluble dans l'eau, peu soluble dans l'*alcool absolu,* qui la laisse déposer en octaèdres rhomboïdaux. Quoique d'une saveur sucrée très-nette, la phycite ne fermente pas ; elle est peu altérable par les alcalis, transformable en acide oxalique par l'acide azotique, et elle précipite par le sous-acétate de plomb ammoniacal. Elle n'a pas d'action sur la lumière polarisée.

5. **Quercite.** — On retire la quercite des glands de chêne ; elle est inaltérable à l'air, cristallisable en prismes incolores, soluble dans l'eau et l'alcool, non fermentescible.

La quercite se change en acide oxalique par l'acide azotique ; elle n'est pas attaquable par la potasse caustique en dis-

solution, même à chaud, et ne réduit pas les dissolutions cuivriques.

Sa saveur est sucrée, avec un arrière-goût terreux ; du reste cette substance a été peu étudiée.

6. **Glycyrrhizine.** — Ce principe, extrait de la racine de réglisse, est très-soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'éther. Il ne fermente pas, mais il paraît accompagner dans la racine une autre matière sucrée, puisque, à l'aide de la levûre de bière, nous avons pu faire fermenter alcooliquement une décoction de racine de réglisse. Ce fait nous avait même fait conclure la fermentescibilité de la glycyrrhizine dans certaines circonstances.

On prépare la glycyrrhizine en versant un peu d'acide sulfurique étendu dans la décoction de racine de réglisse : il se précipite aussitôt une matière composée de substance albumineuse et de glycyrrhizine. Ce précipité est traité par l'alcool absolu chaud, qui dissout le sulfate de glycyrrhizine. On neutralise la liqueur par un peu de carbonate de potasse et l'on évapore à une douce chaleur.

Faisons remarquer ici que les chimistes qui ne neutralisent pas la solution alcoolique n'ont pas affaire à la glycyrrhizine, mais à sa combinaison sulfurique ; d'autre part, ceux qui la neutralisent par le carbonate de potasse doivent avoir soin de laver convenablement le produit de l'évaporation, pour éliminer toute trace de sulfate de potasse.

7. **Phlorétine.** — On l'obtient sous forme de cristaux en faisant bouillir la phloridzine avec les acides faibles. Elle est soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'eau, même bouillante, et forme avec l'oxyde de plomb un sel bibasique.

La phlorétine ne fermente pas, malgré sa saveur sucrée.

8. **Olivile.** — On l'extrait à l'aide de l'alcool de la gomme d'olivier épuisée par l'éther, en faisant cristalliser la liqueur par évaporation. Peu soluble dans l'eau froide, très-soluble dans l'alcool bouillant, l'olivile ne fermente pas et donne de l'acide oxalique par l'action de l'acide azotique. Les bases ne l'altèrent pas.

9. **Orcine.** — Si l'on épuise le *lichen roccella* par l'alcool bouillant, il suffira de laisser refroidir la liqueur pour en sé-

parer une matière particulière, résinoïde, blanche et d'apparence cristalline. La liqueur, distillée, abandonne un extrait que l'on traite par l'eau ; et la solution filtrée, évaporée en sirop, donne de gros prismes d'orcine.

Cette substance est sucrée, non fermentescible, inaltérable à l'air, mais attaquable par les alcalis. Elle est soluble dans l'eau et l'alcool.

Nous reproduirons à la fin de ce chapitre une note due à M. Berthelot sur le *mélitose*, l'*eucalyne* et la *pinite*, afin de compléter l'histoire des substances de ce groupe.

Observation. — Il est digne de remarque que toutes les substances sucrées fournissent de l'*acide oxalique* par l'action de l'acide azotique... Nous ne pouvons nous empêcher de croire qu'il *doit* exister une relation intime, inconnue encore aujourd'hui, entre cet acide oxalique et la matière sucrée. Nous pensons donc qu'une série de recherches sur les corps susceptibles d'éprouver la transformation oxalique pourrait amener des découvertes utiles au point de vue de la matière sucrée. C'est probablement parmi ces corps fort nombreux que l'on devrait chercher ceux qui seraient aptes à produire du sucre fermentescible, à l'aide de quelque réaction simple. Nous livrons à l'attention des chimistes sérieux cette simple observation, dans l'espoir que plusieurs, amis des choses de progrès utilitaire plutôt que des amides et des choses de théorie problématique, uniront leurs efforts aux nôtres, pour arriver à une solution du problème chimique de la création du sucre par voie artificielle. Il est bon de faire observer que l'acide oxalique n'a que fort peu d'action sur la fécule.

Glycérine. — La glycérine ($C^6H^8O^6$), découverte par Scheele, qui lui donna le nom de *principe doux des huiles*, est sous forme d'un sirop légèrement ambré, très-sucré, d'une densité de 1280, très-soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'éther. La glycérine ne fermente pas ; elle donne des acides oxalique et carbonique par l'acide azotique, de l'acide formique par les agents oxydants et des acides doubles par les acides sulfurique et phosphorique.

Nous avons dit que la glycérine ne fermente pas, et cela est vrai au point de vue de la fermentation alcoolique, la seule dont nous entendions parler ici ; mais la dissolution aqueuse

de glycérine se décompose en présence de la levûre de bière et donne naissance à un acide particulier, connu sous le nom d'*acide propionique*.

On prépare la glycérine par diverses méthodes ; la plus commode est la suivante. On fait bouillir de l'eau dans laquelle on ajoute successivement et par parties de l'huile d'olive et de la chaux en lait. Il se forme un savon calcaire insoluble, que l'on sépare par la filtration, puis on fait passer dans la liqueur un courant d'acide carbonique qui précipite l'excès de chaux. La liqueur filtrée contient la glycérine et doit être évaporée en consistance sirupeuse.

Inosite. — On extrait de la chair musculaire une substance sucrée, non fermentescible, dont la composition est la même que celle de la sorbine cristallisée ($C^{12} H^{12} O^{12} 4HO$) et que l'on connaît sous les noms d'*inosine* ou *inosite*.

Cette matière offre peu d'importance ; il est cependant remarquable qu'elle fournisse de l'acide butyrique en présence de la caséine altérée, tandis qu'elle ne donne pas d'alcool avec la levûre de bière.

Glycocolle (*sucre de gélatine*). — Ce corps est neutre aux réactifs colorés, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et l'éther.

Sa formule est $C^4 H^5 O^4 Az$, ce qui répond à la composition suivante :

Carbone....	C^4	= 75	× 4	= 300
Hydrogène..	H^5	= 12,5	× 5	= 50
Oxygène....	O^4	= 100,	× 4	= 400
Azote......	Az	= 175,		= 175
Equivalent........				925

On produit le glycocolle en faisant agir l'acide sulfurique concentré sur la gélatine, ou en portant à l'ébullition un mélange d'acide hippurique et d'acide chlorhydrique concentré.

C'est un des *corps sucrés non fermentescibles* les plus remarquables. Il se transforme en *acide nitro-saccharique* $C^{16} H^{24} O^{40} Az^8$ par l'action de l'acide azotique concentré, et fournit également de l'acide oxalique.

C'est la seule substance azotée qui se rencontre dans le groupe des matières à saveur sucrée, non susceptibles de fer-

mentation alcoolique, et qui présente des réactions acides et basiques à la fois. Le glycocolle forme, en effet, des combinaisons cristallisables avec les principaux acides, et il s'unit à plusieurs bases. C'est une matière blanche, soluble dans l'eau, presque insoluble dans l'alcool anhydre et dans l'éther, douée d'une saveur sucrée remarquable, mais ne donnant pas les produits de la fermentation alcoolique en présence de la levûre de bière.

Soumise à l'action des ferments, la dissolution aqueuse de glycocolle donne rapidement les produits de la décomposition putride ou ammoniacale, lorsqu'on la maintient à une température moyenne de $+ 30^{0}$.

DES GLYCOSIDES.

Nous donnerons le nom de *glycosides* à un groupe de substances remarquables, qui offrent la propriété curieuse de se transformer, en tout ou en partie, en glycose, ou en sucre de fruits, sous l'action des acides étendus. Cette transformation s'opère par la fixation des éléments de l'eau.

Les plus remarquables de ces corps sont les suivants :

1° La *salicine*.....	$C^{26} H^{18} O^{14}$;
2° L'*hélicine*......	$C^{26} H^{16} O^{14}$;
3° La *phloridzine*..	$C^{26} H^{16} O^{14}$;
4° La *populine*....	$C^{40} H^{22} O^{16}$;
5° Le *tannin*......	$C^{40} H^{18} O^{26}$;
6° L'*amygdaline*...	$C^{40} H^{22} O^{22} Az^{2}$.

Il est évident que toutes ces matières et leurs analogues diffèrent essentiellement des *monohydrates de saccharigène*, tels que la *fécule*, la *gomme*, l'*inuline* ou *dahline*, la *lichénine*, etc., dont nous avons déjà parlé, et qui rentrent complétement dans la série des corps hydrocarbonés producteurs de sucre.

1. **Salicine.** — La salicine a pour formule $C^{26} H^{18} O^{14}$, d'où il suit qu'elle est ainsi composée :

$C^{26} = 75 \times 26 =$	1950	Carbone....	54,545
$H^{18} = 12,5 \times 18 =$	226	Hydrogène..	6,293
$O^{14} = 100 \times 14 =$	1400	Oxygène....	39,152
	3575		100,000

La salicine est un principe immédiat que l'on trouve dans l'écorce de saule. Elle cristallise en aiguilles prismatiques, blanches, nacrées, inodores, amères, fusibles sans décomposition à $+120^0$, très-solubles à chaud dans l'eau et l'alcool, mais insolubles dans l'éther et l'essence de térébenthine. 100 parties d'eau à $+19^0,5$ dissolvent 5,6 de salicine.

Si l'on fait bouillir la salicine avec l'acide sulfurique ou l'acide chlorhydrique étendus d'eau, elle se transforme en glycose et *salirétine* par un simple effet de dédoublement, selon la réaction suivante :

$$\underset{\text{Salicine}}{C^{26}H^{18}O^{14}} = \underset{\text{glycose}}{C^{12}H^{12}O^{12}} + \underset{\text{salirétine.}}{C^{14}H^{6}O^{2}}.$$

De cette sorte, 3575 parties de salicine fournissent 2250 parties de matière sucrée d'un groupe décrit précédemment, et 1325 parties d'un corps nouveau, connu en chimie sous le nom de *salirétine*.

Si l'on délaye 100 parties de salicine dans quatre fois autant d'eau distillée et que l'on ajoute 6 parties de *synaptase*, sorte de ferment spécial des amandes douces, il suffira de porter la température du mélange à $+40^0$ pendant douze à quinze heures, pour qu'il se précipite un nouveau produit, la *saligénine*, tandis que du glycose reste dans les eaux mères.

On a la réaction :

$$\underset{\text{Salicine}}{C^{26}H^{18}O^{14}} + \underset{\text{eau}}{2HO^{1}} = \underset{\text{glycose}}{C^{12}H^{12}O^{12}} + \underset{\text{saligénine.}}{C^{14}H^{8}O^{4}}$$

Dans cette transformation, 3575 parties de salicine, plus 225 parties d'eau, donnent naissance à 2250 parties de sucre et 1150 parties de saligénine. Il suffit de 1 partie de synaptase pour métamorphoser 17 parties de salicine comme il vient d'être dit.

La salicine est colorée en *rouge foncé* par l'acide sulfurique concentré, et cette réaction permet de la reconnaître dans les écorces de saule et de peuplier. L'acide azotique à $+20^0$ transforme la salicine en *hélicine*.

La préparation de la salicine est fort simple. On décolore une décoction concentrée d'écorce de saule par de la litharge, ajoutée à chaud et avec agitation, puis on filtre. La liqueur

est ensuite débarrassée d'une partie du plomb par l'acide sulfurique et soumise à une nouvelle filtration qui sépare le sulfate de plomb. On y verse alors, avec précaution et goutte à goutte, du sulfure de baryum qui s'empare du reste du plomb et de l'acide sulfurique, on filtre, et l'on concentre à cristallisation. Les cristaux redissous dans l'eau bouillante, avec du noir animal pour en obtenir la décoloration, sont soumis à une nouvelle cristallisation.

2. **Hélicine.** — La formule de l'hélicine est $C^{26} H^{16} O^{14}$; elle ne diffère donc de la salicine que par 2 proportions d'hydrogène, et sa composition répond aux chiffres suivants :

C^{26} =	75 × 26 = 1950	Carbone....	54,929
H^{16} =	12,5 × 16 = 200	Hydrogène..	5,633
O^{14} =	100 × 14 = 1400	Oxygène....	39,438
	3550		100,000

Cette substance cristallise en petites aiguilles blanches contenant 3 proportions d'eau, qu'elle perd facilement à la température de + 100° : fort peu soluble dans l'eau froide, elle se dissout très-bien dans l'eau bouillante.

Nous avons vu tout à l'heure quel est le résultat de l'action de l'acide azotique à + 20° Baumé sur la salicine. On met 1 partie de salicine dans 10 parties d'acide, et le tout est abandonné pendant quarante-huit heures avec la précaution d'agiter de temps en temps avec une spatule en verre, afin de favoriser la dissolution de la salicine. Au bout de ce temps il ne reste qu'une liqueur jaune qui laisse précipiter l'hélicine cristallisée. On la recueille et on la lave à l'eau froide.

On dédouble l'hélicine en sucre et essence de reine-des-prés (*essence de spiræa*) lorsqu'on fait réagir sur elle la synaptase, la levûre de bière ou une dissolution de potasse, de baryte et d'ammoniaque, à une température de + 25° à + 30°. Ce phénomène est représenté par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{26} H^{16} O^{14}}_{\text{Hélicine}} + \underbrace{2HO}_{\text{eau}} = \underbrace{C^{12} H^{12} O^{12}}_{\text{glycose}} + \underbrace{C^{14} H^{6} O^{4}}_{\text{essence de spiræa.}}$$

Dans cette réaction, 3550 parties d'hélicine produisent 2250 parties de sucre et 1300 parties d'essence de reine-des-prés.

3. **Phloridzine.** — On donne à la phloridzine la for-

mule $C^{24} H^{16} O^{14}$, ce qui lui attribue la composition suivante :

$C^{24} = 75 \times 24 =$	1800	Carbone......	52,941
$H^{16} = 12,5 \times 16 =$	200	Hydrogène...	5,883
$O^{14} = 100, \times 14 =$	1400	Oxygène.....	41,176
	3400		100,000

Cette substance cristallise en aiguilles prismatisques à base carrée, ou en houppes soyeuses et brillantes; elle est fort soluble dans l'eau bouillante, l'alcool et l'esprit de bois (alcool méthylique), et presque insoluble dans l'eau froide et l'éther. Sa saveur est tout à la fois amère et astringente, suivie d'un arrière-goût fade et douceâtre. La phloridzine perd deux équivalents d'eau vers $+ 100^0$, elle fond à $+ 109^0$ et se décompose à $+ 200^0$.

La phloridzine, par l'ébullition avec les acides chlorhydrique ou sulfurique étendus, ou par un contact prolongé, se change en sucre et phlorétine, ce qui est exprimé par la formule suivante :

$$\underset{\text{Phloridzine}}{C^{24} H^{16} O^{14}} + \underset{\text{eau}}{3HO} = \underset{\text{glycose}}{C^{12} H^{12} O^{12}} + \underset{\text{phlorétine.}}{C^{12} H^{7} O^{5}}$$

Ainsi, 3400 parties de phloridzine produisent dans cette réaction 2250 parties de sucre et 1487,5 parties de phlorétine, après s'être adjoint 3 équivalents d'eau.

La phloridzine se rencontre dans l'écorce fraîche du pommier, du prunier, du poirier et du cerisier. On se contente de faire digérer l'écorce concassée dans l'alcool faible et d'en retirer par évaporation la phloridzine, que l'on purifie par de nouvelles cristallisations.

4. **Populine.**—La formule de la populine est $C^{40} H^{22} O^{16}$; elle répond en conséquence à la composition suivante :

$C^{40} = 75 \times 40 =$	3000	Carbone......	61,538
$H^{22} = 12,5 \times 22 =$	275	Hydrogène....	5,641
$O^{16} = 100, \times 16 =$	1600	Oxygène......	32,821
	4875		100,000

Cette substance cristallise en aiguilles très-déliées et soyeuses; elle est presque insoluble dans l'eau froide, mais très-soluble dans l'eau bouillante et plus encore dans l'alcool bouil-

lant. Elle offre une saveur de réglisse, à la fois sucrée et âcre. On la précipite de la décoction d'écorce ou de feuilles de tremble (*populus tremula*), en versant de la solution de carbonate de potasse dans la liqueur bouillante. On peut encore traiter la décoction par l'acétate de plomb, puis évaporer la liqueur filtrée jusqu'à cristallisation. La populine redissoute dans l'eau bouillante est décolorée par le charbon d'os, et l'on obtient après filtration et concentration des cristaux très-blancs. Il faut 1 litre d'eau froide pour en dissoudre 1 gramme, tandis que 70 grammes d'eau bouillante suffisent pour en dissoudre 1 gramme.

Lorsqu'on fait bouillir la populine avec l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique étendus, il se produit du sucre, de la salirétine et de l'acide benzoïque, comme l'indique la formule :

$$\underset{\text{Populine}}{C^{40}H^{22}O^{16}} + \underset{\text{eau}}{2HO} = \underset{\text{sucre}}{C^{12}H^{12}O^{12}} + \underset{\text{salirétine}}{C^{14}H^{6}O^{2}} + \underset{\text{acide benzoïque}}{C^{14}H^{6}O^{4}} + \underset{\text{oxygène.}}{O^{2}}$$

Ainsi, 4875 parties de populine, plus 225 parties d'eau produisent 2250 parties de sucre, 1325 de salirétine, 1525 d'acide benzoïque, et 2 équivalents d'oxygène sont mis en liberté.

5. **Tannin.** — La formule du tannin ou de l'*acide tannique* est $C^{40}H^{18}O^{26}$, d'où l'on tire la composition suivante :

$C^{40} = 75 \times 40 = 3000$	Carbone.......	51,503
$H^{18} = 12,5 \times 18 = 225$	Hydrogène....	3,862
$O^{26} = 100 \times 26 = 2600$	Oxygène......	44,635
5825		100,000

Le tannin est un principe immédiat que l'on rencontre dans le plus grand nombre des végétaux; mais on ne peut encore affirmer si les corps *tannants* sont complétement identiques. Ils ont la propriété commune de former avec la gélatine un composé insoluble dans l'eau et imputrescible.

Le tannin de la noix de galle est considéré comme le type de ce groupe ; on l'extrait de la poudre de noix de galle, en faisant passer à plusieurs reprises sur cette poudre de l'éther ordinaire. La dissolution de tannin, évaporée, laisse cette substance sous forme d'une masse spongieuse jaunâtre, légère et brillante, d'apparence cristalloïde. Le tannin est très-soluble

dans l'eau ; il forme des sels avec les bases et jouit de propriétés qui le rendent précieux comme réactif.

Lorsque l'on fait bouillir une dissolution aqueuse d'un *tannin* avec de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique étendu, il se forme de l'*acide gallique* et du sucre de fruits, selon la réaction.

$$\underset{\text{Tannin}}{C^{40}H^{18}O^{26}} + \underset{\text{eau}}{10HO} = \underset{\text{acide gallique}}{4(C^7H^4O^6)} + \underset{\text{sucre de fruits.}}{C^{12}H^{12}O^{12}}$$

En sorte que 5825 parties de tannin, plus 1125 parties d'eau, peuvent fournir 4700 parties d'acide gallique et 2250 parties de sucre.

6. **Amygdaline.** — Ce corps, cristallisable en lamelles, s'extrait, par l'alcool bouillant, du tourteau d'amandes amères bien épuisé d'huile. On concentre la dissolution alcoolique jusqu'à cristallisation et l'on obtient l'amygdaline par refroidissement. Elle a pour formule $C^{40}H^{27}O^{22}Az^2$, et pour équivalent 5887,5.

Lorsqu'elle est mise en contact avec la synaptase, ferment particulier que l'on retire des amandes douces épuisées d'huile, l'amygdaline se dédouble en sucre, acide cyanhydrique ou prussique, et essence d'amandes amères.

Un grand nombre d'autres substances végétales sont susceptibles de se dédoubler ainsi en glycose et produits divers, lorsqu'on les soumet à certaines réactions; mais ce que nous venons d'indiquer suffisant pour faire comprendre cet ordre de phénomènes, nous ne nous étendrons pas davantage à ce sujet. Il est bon cependant de remarquer que le plus souvent ces transformations ont lieu sous l'influence des acides minéraux étendus et bouillants. Si les faits de la fermentation avaient été observés d'une manière plus complète, nul doute que l'on eût pu également y découvrir des réactions du même ordre ; mais la science manque encore à cet égard de données positives.

En tout cas, ces substances ne sont pas des *sucres* pour le fabricant, moins encore pour le chimiste ; elles ne possèdent pas la propriété capitale de *fermenter alcooliquement* au contact de l'eau et de la levûre de bière, et c'est tout au plus si la théorie pourrait les regarder comme des matières *saccharifiables* dans un pur intérêt de curiosité.

Nous ne pouvons cependant clore ce chapitre sans dire un mot de quelques faits assez curieux relatifs à certaines matières sucrées, observés par un jeune savant de mérite, M. Berthelot, et dont nous avons dit un mot précédemment.

Nous ne saurions mieux faire, à cet égard, que de donner à nos lecteurs la reproduction presque textuelle d'une note publiée par l'auteur lui-même, il y a quelques années.

Mélitose. — La manne d'Australie renferme un principe cristallisable, isolé, en 1843, par M. Johnston, qui lui assigna la formule suivante, identique avec celle du glycose : $C^{12} H^{12} O^{12} + 2HO$. Les seules réactions qu'il attribue à ce corps sont les suivantes : chauffé, il perd deux équivalents d'eau et même davantage ; il est précipité par la baryte et par l'acétate de plomb ammoniacal.

Les résultats essentiels de l'étude de ce corps reprise par M. Berthelot peuvent se résumer en deux mots : 1° le principe immédiat, que l'auteur propose de nommer *mélitose*, présente la plupart des réactions du sucre de canne ; 2° à en juger par les seules épreuves de décomposition, il serait formé par l'union, à équivalents égaux, de deux composés isomères, dont un seul est fermentescible ; l'autre composé ne fermente pas, et, par ses propriétés générales, il vient se ranger à côté de la sorbine.

Le mélitose, obtenu en traitant par l'eau la manne d'Australie, cristallise en aiguilles entrelacées d'une extrême ténuité; sa solubilité dans l'eau est comparable à celle de la mannite. Son goût est très-légèrement sucré.

Dissous dans l'eau, il tourne à droite le plan de polarisation. Son pouvoir rotatoire est de $+ 88^0$. Ce pouvoir est supérieur d'un quart environ à celui du sucre de canne.

Le mélitose, cristallisé à froid, se représente par la formule $C^{12} H^{12} O^{12} + 2HO$. A $+ 100^0$, il éprouve une demi-fusion et perd 2HO. A $+ 130^0$, il perd encore de l'eau, commence à jaunir et à s'altérer. Chauffé plus fortement, le mélitose se colore et dégage une odeur de caramel ; puis il se carbonise et brûle sans résidu. Maintenu à $+ 100^0$ pendant deux heures, en contact avec l'acide chlorhydrique fumant, il est transformé en partie en une matière noire et insoluble. Chauffé à $+ 100^0$ pendant quelques heures, avec la baryte, il ne se colore pas, et conserve ses propriétés caractéristiques. Il ne réduit pas le tartrate

de cuivre et de potasse; l'action de la baryte ne lui communique pas cette propriété. Mais si l'on fait bouillir le mélitose avec un peu d'acide sulfurique dilué, il acquiert la propriété de réduire abondamment le tartrate de cuivre et de potasse.

La substance ainsi modifiée par l'acide sulfurique présente un affaiblissement d'un tiers environ dans son pouvoir rotatoire. Isolée, elle se présente comme une matière sucrée et non cristallisable. Traité par la levûre de bière à une douce chaleur, le mélitose fermente avec production d'alcool et d'acide carbonique. La fermentation se produit également, tant avec le mélitose, traité à $+100^0$ par la baryte, qu'avec le produit modifié par l'acide sulfurique.

Si l'on considère les réactions qui précèdent : action de l'acide chlorhydrique, action de la baryte, action de l'acide sulfurique, action du tartrate de cuivre, pouvoir rotatoire avant et après ce traitement, fermentation, il est impossible de ne pas être frappé de leur extrême similitude avec celles que présente le sucre de canne dans les mêmes circonstances ; cette similitude est si grande qu'il serait presque impossible de distinguer, par les réactions chimiques, le sucre de canne du mélitose en dissolution.

Toutefois, la fermentation du mélitose présente une circonstance essentielle et caractéristique :

100 parties de mélitose fournissent par fermentation 22,2 en poids d'acide carbonique ; or, 100 parties de glycose fournissent par fermentation 44,5 en poids d'acide carbonique.

On voit que le mélitose produit seulement et exactement la moitié de l'acide carbonique auquel donne naissance un poids égal de glycose.

Ces faits conduisirent l'auteur à l'examen de la solution de mélitose après la fermentation ; elle renferme un principe sucré particulier, qu'il désigne sous le nom d'*eucalyne* ; la proportion de ce principe monte à la moitié du poids du mélitose employé.

L'*eucalyne* n'est pas fermentescible et n'acquiert pas cette propriété par l'action de l'acide sulfurique. C'est une matière sucrée et sirupeuse, déviant de $+ 50^0$ environ, à droite, le plan de polarisation de la lumière, détruite à $+100^0$ par l'acide sulfurique concentré et par l'acide chlorhydrique fumant, se colorant fortement à $+100^0$ par l'action de la baryte, réduisant

le tartrate de cuivre et de potasse, transformable en substance noire et insoluble par une température de $+200°$. A $+110°$, elle se colore déjà.

L'eucalyne, séchée à $+100°$, peut se représenter par la formule $C^{12}H^{12}O^{12}$; séchée à froid dans le vide, elle renferme $C^{12}H^{12}O^{12}+2HO$. Cette manière d'être rappelle, par la plupart de ses réactions, la sorbine, substance cristallisable isomérique. La formation de l'eucalyne, dans les conditions qui précèdent, peut se représenter par la formule :

$$\underset{\text{Mélitose}}{2C^{12}H^{12}O^{12}} = \underset{\text{acide carbonique}}{4CO^{2}} + \underset{\text{alcool}}{C^{4}H^{6}+2HO} + \underset{\text{eucalyne.}}{C^{12}H^{12}O^{12}}$$

En sorte que 100 parties de mélitose doivent produire 22,3 d'acide carbonique et 50 d'eucalyne hydratée ($C^{12}H^{12}O^{12}+2HO$). L'expérience directe a fourni 21,5 d'acide carbonique et 51 d'eucalyne.

Ainsi le mélitose serait formé par l'union, à équivalents égaux, de deux composés isomères dont un seul est fermentescible. L'action de la levûre de bière désunit ces deux éléments et détruit l'un sans altérer l'autre ; toutefois, il laisse apparaître dans ce dernier principe quelques propriétés qu'il ne possédait pas dans la combinaison, celles, par exemple, d'être attaqué par la baryte et de réduire le tartrate de cuivre. L'acide sulfurique fait également apparaître dans le mélitose ces mêmes propriétés, probablement en rendant libres ses deux éléments...

Pinite. — Les Indiens de la Californie mangent une substance sucrée particulière produite par le *pinus lambertiana*. M. Berthelot en a extrait un principe sucré cristallisable, qu'il désigne sous le nom de *pinite*. La pinite cristallise en mamelons blancs demi-sphériques, rayonnés, très-durs, croquant sous la dent, très-adhérents aux cristallisoirs. Elle possède un goût sucré presque aussi prononcé que le sucre candi. Elle est extrêmement soluble dans l'eau, à peu près insoluble dans l'alcool absolu, un peu plus soluble dans l'alcool ordinaire bouillant. Sa densité égale 1520. Elle dévie à droite le plan de polarisation de $+58°,6$. Elle ne fermente pas, ne réduit pas le tartrate de cuivre, soit avant, soit après un traitement sulfurique.

D'après l'analyse, elle offre la formule $C^{12} H^{12} O^{10}$ qui se retrouve dans le composé plombique précipité par l'acétate de plomb ammoniacal. C'est donc un isomère de la *quercite,* dont elle se distingue par sa cristallisation, son goût plus sucré et sa grande solubilité...

En résumé, par sa composition, sa stabilité et ses réactions, la pinite vient se ranger dans le groupe des matières sucrées non fermentescibles, plus hydrogénées que les *hydrates de carbone.*

Matière sucrée du cidre. — M. Berthelot a extrait de certains cidres un principe sucré cristallisable, identique avec la mannite par sa composition, sa cristallisation et la détermination de sa solubilité dans l'eau et dans l'alcool. Ce résultat nous étonne d'autant moins que, presque toujours, la fermentation des cidres offre des traces de fermentation glaireuse, visqueuse et mannitique.

Observation. — La constitution du mélitose, *formé de deux sucres différents*, inspire à M. Berthelot un rapprochement entre ce corps et le sucre de canne. Celui-ci, traité par les acides, se sépare, par cristallisation, en glycose cristallisable déviant à droite le plan lumineux , et sucre liquide, opérant la déviation à gauche... Le sucre cristallisable prismatique ne serait qu'une combinaison de ces deux éléments.

Cette dernière opinion peut être fort problématique et très-contestable pour certains esprits, mais elle est appuyée sur le fait de la séparation du sucre interverti en deux éléments. N'y aurait-il pas dans cette idée la base du véritable travail de reconstitution à opérer sur le glycose? Pourquoi n'essayerait-on pas de le combiner à un sucre gauche, sucre liquide, dont l'annexion chimique pourrait reproduire le sucre prismatique? Cette question n'est sans doute pas insoluble, et elle mérite d'être examinée attentivement.

Nous bornons ici l'étude proprement dite des sucres en général, pour entrer dans l'examen des questions plus pratiques, à l'aide desquelles il nous sera facile de nous rendre un compte précis des phases et des difficultés de la fabrication sucrière.

CHAPITRE II.

ESSAI DES MATIÈRES SACCHARINES. — MÉTHODES D'EXTRACTION ET DE PRÉPARATION DES DIVERSES ESPÈCES DE SUCRES. ANALYSES. — OBSERVATIONS.

Il peut arriver très-souvent que l'on ait à rechercher la valeur réelle d'une matière saccharine, d'un suc végétal, etc. Sans être d'une extrême difficulté, la recherche du sucre exige cependant des précautions assez minutieuses que nous allons exposer au lecteur le plus succinctement qu'il nous sera possible, tout en cherchant à ne rien passer sous silence de sérieux et d'important.

Il est également nécessaire de savoir préparer ou extraire le sucre d'une manière qui permette une appréciation exacte. Nous indiquerons les diverses méthodes proposées, en les accompagnant ou les faisant suivre des observations qu'elles nous paraîtront mériter.

Au point de vue de la division des sucres, nous ne pouvons avoir affaire qu'aux espèces suivantes :

1° *Sucre de canne* ou *prismatique*,
2° *Sucre de fruits*,
3° *Sucre de champignons*,
4° *Glycose*.

Le sucre de canne est fourni par de nombreux végétaux ; on le rencontre « dans les tiges de *saccharum officinarum* ; dans le tronc des *acer saccharinum*, *dasycarpum*, *campestre*, *rubrum*, *platanoïdes*, *pseudoplatanus*, *tartaricum*, *negundo*, etc. ; dans la racine de *beta vulgaris* et *cycla*, de *pastinaca sativa* et de *sium sisarum*. On trouve aussi du sucre (dont l'espèce n'est pas bien déterminée) dans les nectaires de presque toutes les fleurs, dans les fruits de *cucumis melo* et *chate*, *carica papaya*, *achras sapota* et *mammosa*, *mammea americana*, *durio zibethinus*, *chrysophyllum microcarpum*, de plusieurs espèces d'*annona*, de *musa paradisiaca* et *sapientûm*, et de *phœnix dactylifera*, dans les tiges de *zea maïs*, *borassus flabelliformis*, *nipa fruticans*, *cocos nucifera*, *pinus abies*, *carpinus betulus*, etc.,

dans les racines de *triticum repens, hydrophylax maritima* et de *polypodium vulgare*[1]. »

Ajoutons à cette liste le *bambou*, le *bouleau blanc*, le *noyer blanc*, le *varech sucré*, la racine de *persil*, etc.

Nous ne rechercherons pas un mode d'extraction ou d'analyse immédiate pour chacune de ces plantes en particulier, les méthodes générales dont nous aurons à parler étant applicables à la plupart des végétaux sucrés.

Le *sucre de fruits* se trouve dans la plupart des fruits; nous prendrons pour exemple le raisin; les pommes et les poires, les prunes et les cerises, etc., seront soumises à la même méthode.

Ce que nous avons dit au sujet du *sucre de champignons*, qui n'offre aucune espèce d'importance pratique, nous dispense d'y revenir longuement.

Enfin, le *glycose* commercial doit être soumis à l'analyse, à raison des falsifications dont il est trop souvent l'objet: nous indiquerons le mode à suivre pour en vérifier la nature, lorsque nous traiterons de la préparation en grand de cette matière (livre II).

Recherchons d'abord quelles ont été les méthodes proposées pour constater la présence du sucre dans les tissus saccharifères, en dehors des moyens de la saccharimétrie proprement dite, que nous traiterons dans un chapitre spécial, à cause de son importance.

On a proposé les modes d'essai suivants :

1° Par *dessiccation*;
2° Par *évaporation*;
3° Par *fermentation*;
4° Par *élimination*, etc.

ESSAI DES MATIÈRES SACCHARINES.

1. Essai par dessiccation, *applicable à la betterave, à la canne à sucre, etc.* — Il ne faut pas rechercher dans cette méthode une grande exactitude, elle repose sur un élément trop variable, savoir, la proportion de matière solide différente du sucre,

[1] L. Gmelin, *Chimie organique*. 1823.

contenue dans une substance saccharifère. Nous l'indiquons seulement pour n'avoir à nous reprocher aucune négligence...

De l'analyse moyenne de la betterave, il résulte que cette racine sucrière contient :

Eau de végétation.....................	83,5	
Sucre..................................	10,5	
Matières diverses azotées et autres.........	2,4	Matières solides, non sucrées, 6.
Acides, sels et matières minérales..........	3,6	

Ces chiffres répondent à la valeur analytique des bonnes betteraves sucrières, mais cette composition peut varier selon l'époque de la récolte et différentes circonstances de la culture.

On sait aussi que les diverses variétés présentent des différences très-considérables sous le rapport de la quantité de sucre qu'elles renferment et des proportions relatives d'autres matières solides.

Nous ne pouvons donc regarder le mode d'essai proposé par M. Payen que comme approximatif, et il est loin, en effet, de répondre aux exigences de la pratique.

Ce moyen consiste à couper au milieu des betteraves à essayer des tranches ou rouelles très-minces, dont on prend aussitôt le poids exact. On les fait ensuite sécher à l'étuve ou sur un poêle modérément chauffé, jusqu'à ce qu'elles soient devenues cassantes, pulvérisables, et que deux pesées consécutives, faites à une demi-heure d'intervalle, n'accusent plus de différence.

Le poids du résidu sec donne le chiffre des matières solides, et, par différence, celui de l'eau de végétation.

Sachant, d'autre part, que la betterave à sucre, *dans les conditions normales*, contient 6 pour 100 de matières solides autres que le sucre, il suffira de retrancher ce chiffre du poids de la matière sèche pour connaître la valeur de la betterave en sucre.

Ainsi, nous avons pesé 150 grammes de tranches de betteraves, et, par la dessiccation, ce poids est réduit à 24,75 : retranchant 24,75 de 150, nous trouvons pour la proportion d'eau de végétation 125,25 pour 150, ou 83,50 pour 100. Otons 6 pour 100 ou 9 du résidu 24,75 et nous trouverons 15,75 de sucre pour 150 grammes ou 10,5 pour 100.

Ceci serait exact si l'on n'avait affaire qu'à des betteraves contenant *toujours* 83,5 d'eau, 10,5 de sucre et 6 de matières

diverses. On ne peut, d'un autre côté, adopter un autre chiffre que 6 pour les substances étrangères au sucre sans avoir fait une analyse préalable, en sorte que l'on ne saurait établir de données positives sur l'emploi de ce procédé. Nous préférons à tous égards celui que nous indiquons plus loin et qui a été proposé par M. Péligot. Cependant on peut chercher à asseoir une première idée générale par la dessiccation, sauf à continuer la vérification par le procédé de M. Péligot, ce qui peut très-bien se faire sans recommencer une nouvelle opération, puisque ce procédé comporte également la dessiccation.

Il serait très-facile d'appliquer ce procédé à la canne à sucre, etc., s'il présentait la moindre garantie. Il faudrait se baser sur la quantité de ligneux et de sels qui se trouve *en moyenne* dans la plante à examiner. Ainsi, la *canne à sucre* renferme en moyenne 10 pour 100 de tissus et de sels. Il suffirait d'en peser un poids donné, 100 grammes, par exemple, et, après la dessiccation méthodique, de retrancher 10 du résidu. La différence serait égale au poids du sucre.

Ce mode est tout aussi inadmissible pour la canne que pour la betterave ; en effet, le chiffre des tissus et des sels variant selon le sol, la culture, les engrais, le climat, etc., il n'est pas possible de s'en rapporter à une méthode empirique générale.

2. **Essai par évaporation.** — On a conseillé d'évaporer les liquides renfermant du sucre pour juger de la proportion de ce dernier principe. Evidemment cette opération pèche par les bases lorsqu'elle se fait sur des liquides renfermant des substances solubles étrangères au sucre, ce qui est le cas le plus ordinaire des sucs végétaux. Nous ne nous étendrons pas à ce sujet, sinon pour recommander de filtrer, en tout cas, le jus à essayer et de le dessécher au bain-marie ou au bain de sable, ou même à l'étuve, à une température inférieure à $+50^0$. On pèse le jus dans une capsule tarée, et l'on apprécie par différence après dessiccation.

Cet essai est tout à fait illusoire pour la betterave, aussi bien que les autres végétaux saccharifères, et l'on ne peut regarder les données qui en résultent que comme des indications plus ou moins approchées. Il est cependant plus manufacturier que le précédent, en ce sens qu'il se rapproche beaucoup plus du mode suivi en pratique. Il importe de soumettre la matière

pesée à une division suffisante, suivie de pressions et de lavages réitérés, pour enlever la totalité du sucre qu'elle renferme; mais, nous le répétons, le résultat sera toujours vicié par la présence des sels.

Il n'y aurait qu'un seul moyen de le rendre plus précis; voici en quoi il consiste et comment nous conseillerions d'opérer :

« Le jus obtenu d'un poids donné de matière bien épuisée doit être mélangé avec la dissolution d'acétate de plomb, sans crainte d'ajouter un *excès* de réactif; on agite et l'on filtre.

« La liqueur renferme le sucre à l'état de sucrate de plomb soluble, mais la presque totalité des sels métalliques sont précipités par l'acétate de plomb, en sorte que ce qui pourra en rester sera à peu près insignifiant, puisque les sels alcalins seront à peu près les seuls demeurant dans la liqueur.

« On verse alors dans le produit de la dissolution d'acide sulfhydrique dans l'eau, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité noir de sulfure de plomb. On filtre de nouveau, et la liqueur, limpide et décolorée, débarrassée de toute trace de plomb, est soumise à l'évaporation au bain-marie, jusqu'à ce que la capsule qui contient le produit ne perde plus de son poids, dans deux pesées consécutives faites à une demi-heure ou une heure d'intervalle.

« On pèse la capsule tarée à l'avance, et le produit en poids donne assez exactement la proportion du sucre. »

3. **Essai par fermentation.**— Voici encore un de ces moyens inexacts qui ne peuvent fournir tout au plus que des à peu près. Si le distillateur peut se contenter de ce mode d'essai, qui offre les plus grands rapports avec sa pratique journalière, dont il partage la plupart des avantages et des inconvénients, il n'en est pas ainsi pour le fabricant de sucre, qui ne saurait y trouver qu'une approximation.

1° La fermentation est un moyen illusoire, parce qu'elle agit aussi bien sur le glycose et le sucre de fruits que sur le sucre prismatique; on ne peut donc rien conclure des résultats alcooliques ou autres qu'elle peut donner, puisqu'elle n'éclaire pas sur la source de ces résultats.

2° Il y a très-peu de fermentations dans lesquelles il ne se produise pas une notable quantité d'acide lactique ou d'autres corps dérivés, aux dépens du sucre, sans que l'on puisse con-

stater le chiffre de la perte, par le dégagement d'acide carbonique, puisqu'il n'en est pas mis en liberté dans ces réactions secondaires, et notamment dans la formation de l'acide lactique.

On voit que, par les raisons précédentes, l'essai des matières saccharines, par voie de fermentation, proposé par M. Pelouze, est tout à fait inapplicable à la sucrerie. Il faut avouer cependant que ce procédé offre, au premier abord, un côté séduisant. En effet, on sait que le sucre de fruits $C^{12}H^{12}O^{12}$ se dédouble en alcool $C^4H^4 2HO$ et acide carbonique CO^2, par l'acte de la fermentation, selon l'équation :

$$\underset{\text{Sucre de fruits}}{C^{12}H^{12}O^{12}} = \underset{\text{alcool}}{2(C^4H^4 + 2HO)} + \underset{\text{acide carbonique.}}{4CO^2}$$

Il en résulte que 2250 parties de sucre de fruits peuvent produire (*théoriquement*) 1150 parties d'alcool et 1100 parties d'acide carbonique. On sait, d'autre part, que 2250 parties de sucre de fruits répondent à 2137,50 parties de sucre de canne ou prismatique.

On pourrait, si le procédé était exact, doser le sucre, soit par son produit en alcool, soit par l'acide carbonique dégagé, puisque 1150 parties d'alcool en poids, ou 1100 parties d'acide carbonique, répondent à 2137,50 parties de sucre de canne.

On sait encore quel est le rapport du poids de l'alcool à son volume, puisque le litre d'alcool absolu pèse 802gr,10 à + 15 degrés centigrades.

Tout cela étant posé, on peut employer à volonté deux modes de dosage, celui par l'alcool ou celui par l'acide carbonique, ainsi que nous venons de le dire.

Dosage par l'alcool. — Pour doser le sucre contenu dans une matière donnée, celle-ci étant préalablement divisée ou dissoute, on l'introduit avec une quantité d'eau suffisante dans un flacon, ou, mieux, un ballon à fond plat. On y ajoute un excès de levûre de bière fraîche et pressée, soit 4 à 5 pour 100 du liquide, que l'on délaye dans le ballon, puis on expose le tout à une température moyenne de + 20° à + 25°, en posant sur l'ouverture une feuille de papier, puis une petite lame de verre pour prévenir les déperditions.

Lorsque la fermentation est terminée, le liquide filtré est soumis à la distillation dans un petit appareil d'essai, tel que celui de J. Salleron ou de Gay-Lussac. On a dû, pendant la fer-

mentation, prendre la précaution de couvrir l'ouverture du ballon à l'aide d'une petite capsule retournée, ou d'une lame de verre, comme nous venons de le dire, afin de s'opposer autant que possible aux pertes d'alcool par évaporation ; cette précaution ne paraîtra pas inutile aux personnes habituées à traiter l'alcool, et qui savent combien il s'en échappe dans l'atmosphère, sous l'influence d'une température même peu élevée.

Supposons que l'alcoomètre centésimal accuse 2 degrés alcooliques à + 15 degrés centigrades pour 100 parties de liquide fermenté (ou 6 degrés pour *le tiers* recueilli par distillation), et que ce liquide provienne de 200 parties de betteraves, par exemple : il va nous être aisé de savoir, par le calcul, quelle est la quantité correspondante de sucre.

Soit le *volume* d'alcool recueilli par distillation égal à $\frac{0,06}{3}$, ou à 0,02 du liquide total, ou, par 6 décilitres, égal à 12 millièmes de litre.

Soit la *densité* de l'alcool à + 15° égale à 802,10.

Soit encore 185,869 la *quantité pondérale de sucre de canne* correspondant à 100 parties d'alcool en *poids*.

Nous trouverons le poids de l'alcool obtenu en multipliant le *volume* par la *densité* $= 0,012 \times 802,10 = 9,6252$ en centièmes; c'est-à-dire que 100 parties de betteraves fermentées ont fourni $\frac{0,096252}{2}$ ou 0,048126 de leur poids en alcool.

Pour connaître le poids correspondant de sucre de canne, il nous suffira d'établir la proportion :

$$100 : 185,869 :: 0,048126 : x = 0,08945$$

et nous saurons que la betterave essayée renferme *au moins* 8,945 pour 100 en sucre de canne, ou l'équivalent en sucre de fruits ou autre.

L'explication que nous venons de donner peut encore être simplifiée et ramenée à une formule générale :

Soient :

V le *volume* de liquide alcoolique *recueilli* dans le récipient $= 0^{lit},10$,
G le *degré* alcoolique de ce produit à + 15° = 6°,
D la *densité* de l'alcool absolu = 802,10 ;

on aura :

$0,10 \times 6^{0} \times 802,10 = 4,8126$, poids de l'alcool en centièmes,

$\frac{4,8126 \times 185,869}{100} = x$, poids du sucre de canne en centièmes, ou 8,945 également en centièmes.

Soit pour la formule à suivre :

$$\frac{VGD \times 185,869}{100} = x, \text{ poids du sucre de canne.}$$

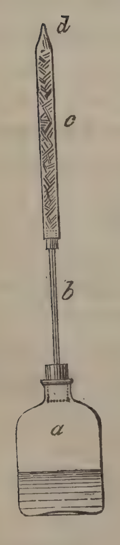
Il est évident qu'en suivant cette méthode on est exposé à ne pas avoir la proportion réelle du sucre, et à ne trouver qu'un résultat très-différent de la réalité, par les raisons que nous avons déduites plus haut. Cette observation s'applique également au dosage par l'acide carbonique, et l'on doit en tenir compte dans l'appréciation.

Dosage par l'acide carbonique. — On peut se contenter de tenir compte de l'acide carbonique qui se dégage pendant la fermentation, puisque l'on sait que 2137,50 parties de sucre de canne fournissent par leur décomposition 1100 parties d'acide carbonique.

La proportion :

$$1100 : 2137,5 :: 100 : x = 194,318$$

donne 194,318 parties de sucre de canne pour quantité correspondante de 100 parties d'acide carbonique.



(Fig. 3).

Soit un flacon *a* (fig. 3) muni d'un bon bouchon, à l'aide duquel on adapte un petit tube *b*, surmonté d'un autre tube *c* plus large et effilé en pointe capillaire à son extrémité supérieure *d*. Le tube large est rempli de fragments de chlorure de calcium fondu, pour retenir l'humidité et ne laisser passer que l'acide carbonique *sec*, et l'on a soin de bien adapter le petit tube au plus large par un bouchon bien préparé. Tout l'appareil est pesé et l'on note le poids ; soit, par exemple, ce poids égal à 420 grammes.

Introduisons dans le flacon, après avoir ôté le système de tubes, 10 grammes de levûre de bière pressée et délayée dans 200 grammes du suc à essayer. L'entonnoir

qui a servi à l'introduction, et la capsule dans laquelle la levûre a été délayée sont lavés avec 100 grammes d'eau, et cette eau de lavage est réunie au suc. On referme alors le flacon avec le système de tubes, et l'on porte le tout à une température d'environ $+ 20^0$.

Le mouvement fermentatif ne tarde pas à se manifester ; il se produit de l'alcool qui reste en dissolution dans la liqueur, et de l'acide carbonique, plus ou moins chargé de vapeur d'eau, qui se dégage à travers le tube desséchant, rempli de chlorure de calcium. Ce tube retient les vapeurs aqueuses, et ne livre passage qu'à l'acide carbonique.

Lorsque la fermentation est terminée, on agite le flacon pour faire tomber le *chapeau* qui s'est formé à la surface du liquide, puis on soulève un instant le bouchon pour permettre la rentrée de l'air. On peut alors abaisser le tube effilé jusque vers le niveau de la liqueur, et aspirer par l'extrémité effilée l'acide carbonique resté dans le vase; mais il est préférable de placer le flacon dans l'eau d'un bain-marie, et de l'y maintenir pendant quelques instants à la température de $+ 35^0$ ou $+ 40^0$. On aspire alors par la pointe du tube et la quantité de gaz restant dans la liqueur est à peu près insignifiante.

L'appareil est pesé de nouveau, et la diminution de poids qu'il a subie correspond à l'acide carbonique dégagé.

Ainsi, l'appareil pesait 420 grammes ; on y a introduit 200 grammes de suc à essayer, 10 grammes de levûre et 100 grammes d'eau de lavage, ce qui a porté le poids total à 730 grammes. On constate une diminution de poids de 8 grammes. La proportion suivante donne le chiffre de sucre correspondant :

$$100 : 104{,}318 :: 8 : x = 15{,}54544$$

en sorte que 200 grammes du suc donné contiennent 15,54544 de sucre de canne ou son équivalent en un autre sucre, soit : 7,77272 pour 100.

Outre les difficultés et les causes d'erreurs que nous avons signalées, le procédé qui consiste à essayer les matières sucrées par voie de fermentation offre encore un notable inconvénient par le temps qu'il exige. Il ne peut demander moins de trois jours, et M. Pelouze lui-même exigeait *quinze* jours de fermentation pour être assuré que le sucre fût détruit ! Malgré son habileté bien connue, ce chimiste augmentait ainsi

les causes présumables d'erreur, car, en admettant même que tout le sucre renfermé dans la matière essayée subît la fermentation alcoolique, sans *dégénérescence*, ce qui nous paraît fort improbable, une partie de l'alcool formé devait nécessairement s'oxyder et passer à l'état d'acide acétique, ce qui viciait les résultats obtenus. Quoi qu'il en soit, partant de ce fait que 35 grammes de sucre pur, bien desséché et dissous dans 450 grammes d'eau, produisent par la fermentation 22,5 centimètres cubes d'alcool anhydre, en présence de la levûre de bière, M. Pelouze s'est servi du procédé suivant. Il extrayait, par une pulpation soignée et des lavages réitérés suivis de pression, tout le jus contenu dans 500 grammes de betteraves; le liquide, mélangé avec un peu de levûre pure, était soumis à une température de $+18^{\circ}$ ou $+20^{\circ}$. Au bout de quinze jours, la liqueur était distillée dans l'appareil d'essai de Gay-Lussac, et le volume alcoolique conduisait au chiffre du sucre.

C'est par ce procédé que M. Pelouze a constaté que la betterave renferme une quantité de sucre beaucoup plus considérable que celle obtenue en fabrique, et cependant cette méthode ne pouvait lui donner, dans tous les cas, que des résultats éloignés de la vérité, tant à raison des pertes inévitables que de la présence des sucres différents du prismatique.

En résumé, l'essai par voie fermentative fût-il rigoureux, on ne pourrait encore rien en conclure par rapport au sucre de canne, au sujet duquel la production de l'alcool ne préjuge absolument rien. On serait assuré de la présence d'un *sucre fermentescible* dans une proportion donnée, mais il serait impossible d'en tirer aucune conséquence pratique en sucrerie.

4. **Essai par élimination.** — *Procédé analytique de M. Péligot.* — L'industrie sucrière doit à M. Péligot des recherches consciencieuses, dont plusieurs ont profité, soit dans leurs écrits, soit dans la pratique. Nous résumons ici, dans l'intérêt du fabricant, le mode d'analyse de la betterave indiqué par ce savant.

On pèse avec soin 25 ou 30 grammes de betterave coupée en tranches minces, que l'on a prises entre la partie extérieure de la racine et le centre médullaire, et l'on fait sécher cette matière placée dans une soucoupe ou une capsule de porce-

laine, sur un bain de sable, ou à l'étuve, à une température de + 100°.

La dessiccation est suffisante lorsque le résidu est cassant, pulvérisable, et qu'il ne perd plus rien de son poids par une dessiccation plus longtemps prolongée.

En pesant le résidu sec, qui représente les matières solides de la racine, on obtient immédiatement, par différence, la proportion d'eau contenue dans la betterave.

M. Péligot conseille ensuite de traiter le résidu sec, dûment réduit en poudre, par de l'alcool à 0,830 de densité (89°-90°). Ce traitement consiste à faire bouillir à plusieurs reprises, dans l'alcool, la matière finement pulvérisée, afin de dissoudre toute la matière sucrée. En faisant sécher le résidu insoluble dans l'alcool, on obtient, par une simple soustraction, le poids du sucre, que l'on pourrait également isoler en faisant évaporer l'alcool au bain-marie.

Le résidu, inattaquable par l'alcool, est soumis à l'action de l'eau bouillante, qui dissout l'albumine et plusieurs sels. La partie non dissoute, séchée, représente le ligneux, et l'on obtient la quantité d'albumine, etc., par différence.

Ce procédé est très-simple et suffisamment exact pour donner au fabricant toutes les garanties désirables : à ce propos, M. Péligot blâme, avec raison, la méthode d'essai par la fermentation alcoolique. Cette méthode ne peut convenir, en effet, qu'aux distillateurs, et elle n'est pas le fait des fabricants de sucre, pour lesquels elle ne prouve absolument rien que la présence d'un *sucre*, sans qu'on puisse rien en déduire, quant à la nature et à la quantité pondérale. « La fermentation alcoolique, dit M. Péligot, est une opération trop capricieuse, trop incomplète, pour qu'on puisse se fier aux résultats qu'elle fournit comme moyen de doser le sucre contenu dans une liqueur quelconque... En employant même du *sucre pur*, de l'eau et du ferment bien préparé, on obtient des quantités d'alcool et d'acide carbonique *fort éloignées des données théoriques*, et, en outre, très-variables pour un même poids de sucre. »

Nous avons déjà dit tout à l'heure ce que nous pensions à cet égard et nous partageons entièrement cette opinion quant à l'emploi de la fermentation comme moyen d'essai des sucres *en sucrerie*, bien qu'il n'en soit pas de même pour le distillateur, auquel la fermentation fournit le moyen d'essai pra-

tique le plus concluant. La méthode qui précède est d'une grande simplicité : « Elle est telle que des personnes étrangères aux connaissances chimiques peuvent l'employer et obtenir, à son aide, des résultats exacts. Il suffit, en effet, pour la mettre en pratique, d'avoir à sa disposition une balance, un bain de sable ou une étuve, de l'alcool et de l'eau. Il serait bien à désirer, dans l'intérêt de l'industrie sucrière, qu'au commencement de chaque campagne le fabricant de sucre déterminât la composition de la matière première, sur laquelle est fondée la prospérité future de son établissement. La densité du jus ne suffit pas, en effet, pour fixer le rendement possible, bien que la perception du nouvel impôt sur le sucre indigène soit, en partie du moins, basée sur cette densité ; on sait que les sels minéraux solubles, et particulièrement le nitre, peuvent non-seulement l'augmenter, mais encore exercer une influence des plus pernicieuses sur le sucre réel que contient la betterave. » (Péligot.) Ajoutons qu'elle peut s'appliquer à toutes les substances saccharifères.

Nous résumons maintenant en peu de mots les principes qui doivent guider le fabricant dans cette opération délicate de l'essai des matières saccharifères.

1° La *dessiccation* serait un bon moyen, utile, rapide et économique, si l'on pouvait compter sur l'uniformité de composition des végétaux saccharifères ; malheureusement, il ne peut en être ainsi, les parties végétales solides autres que le sucre étant soumises à des variations nombreuses, dépendant de causes multiples.

2° L'*évaporation* des jus obtenus par rapation, expression, lavage, ne peut donner de bons résultats que si l'on fait subir la *défécation* à ces jus, et si l'on combine ce procédé à celui par *élimination*, décrit précédemment. Nous y reviendrons dans un instant.

3° La *fermentation* ne donne au fabricant de *sucre cristallisé* aucun renseignement sur lequel il puisse compter.

4° L'*élimination*, ou plutôt l'extraction de la matière sucrée par l'alcool aqueux, après dessiccation préalable, constitue une bonne méthode ; nous ne pouvons lui faire qu'un seul reproche, c'est de ne pas assez se rapprocher des procédés usuels de la fabrication, et de ne pas indiquer au fabricant la proportion moyenne de sucre cristallisable et de mélasse sur

laquelle il doit pouvoir compter. Nous avons modifié ce procédé de deux manières différentes qui nous ont donné toutes deux de bons résultats dans des circonstances variées ; aussi croyons-nous utile de les consigner ici.

Premier procédé. — *Essai des jus.* — Une plante saccharifère étant donnée, il convient d'en peser un poids suffisant pour obtenir une quantité de sucre pondéralement appréciable. Prenons donc, par exemple, 500 grammes de betterave, que nous divisons par le râpe à l'état le plus ténu possible. La pulpe, soumise à l'action d'une petite presse, est ensuite triturée avec soin dans un mortier, puis imbibée d'eau et pressée à trois ou quatre reprises. Les jus réunis sont additionnés d'un millième de chaux en lait, puis on les filtre. La liqueur filtrée est traitée par une solution de sous-acétate de plomb, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. On filtre et l'on évapore jusqu'à $+ 15^0$ ou $+ 18^0$ Baumé au bain-marie. On élimine alors toute trace de plomb, en versant une dissolution d'acide sulfhydrique ou de sulfhydrate d'ammoniaque dans la liqueur que l'on filtre, et que l'on concentre jusqu'à $+ 25^0$ ou $+ 28^0$ Baumé. On filtre une dernière fois, et le sirop, évaporé à cuite, à la plus basse température possible, est traité à épuisement par l'alcool absolu. La portion insoluble dans cet agent représente le sucre cristallisable. On en prend le poids après dessiccation.

Ce procédé est assez long et minutieux.

Deuxième procédé. — Après avoir obtenu la dissolution de sucre dans l'alcool à $+ 90^0$ par le procédé de M. Péligot, on la concentre à l'état de sirop, et on la traite par l'alcool absolu, comme il vient d'être dit.

C'est le moyen le plus sûr et le plus expéditif de se rendre un compte sérieux de la valeur réelle de la matière essayée.

MÉTHODES D'EXTRACTION ET DE PRÉPARATION DES DIVERSES ESPÈCES DE SUCRES.

Il ne s'agit, dans ce paragraphe, que des préparations de laboratoire, par lesquelles on aura à se procurer des échantillons-types des variétés de sucres que l'on désirera avoir sous les yeux. Nous allons donc passer brièvement en revue les différents modes d'opérer qu'il convient d'avoir présents à l'es-

prit pour obtenir ces produits que nous rangeons dans l'ordre suivant :

1° *Sucre de canne pur*, extrait du sucre brut ou des plantes saccharines.

2° *Sucre du raisin et des fruits acides.* — Sucre liquide ou incristallisable.

3° *Sucre de fécule*, etc. Sirop de glycose.

4° *Sucre de diabète.*

5° *Sucres du miel.* Leur séparation.

6° *Sucre de champignons.*

Il peut se faire que, dans la suite de cet ouvrage, nous soyons obligé de répéter certaines parties de ce paragraphe ; mais nous ne pouvions renvoyer à plus loin les données générales qui y doivent trouver place, le lecteur devant avoir sous les yeux les moyens employés par la chimie pour isoler les variétés de sucre dont il peut avoir besoin d'étudier les analogues par comparaison.

1. Sucre de canne. — Le sucre prismatique est facile à obtenir pur et sans mélange. S'il s'agit d'une plante saccharine, on en extrait le sucre par l'action de l'alcool aqueux, d'après la méthode de M. Péligot. On se comportera ensuite comme il va être dit pour la purification des sucres bruts, sinon que l'on supprimera l'emploi de la chaux, comme parfaitement inutile dans ce cas.

On prend 250 grammes de moscouade ou sucre brut, que l'on fait dissoudre dans l'eau à la température ordinaire. On y verse ensuite, en agitant, 2 ou 3 grammes de chaux en lait, et, après quelques minutes, on filtre la liqueur. Elle est alors traitée par un courant d'acide carbonique et filtrée de nouveau.

On la décolore par des filtrations réitérées sur le noir en grains. Elle est alors concentrée à $+ 30^0$ Baumé et filtrée ou décantée, si elle présente le moindre louche. On achève la concentration jusqu'au point où la cristallisation commence, en ayant soin de ne pas dépasser une température de $+50$ à $+60$ degrés centigrades, et l'on verse dans un cristallisoir. Au bout de sept à huit jours, la mélasse est décantée et les cristaux, lavés à plusieurs reprises par l'alcool absolu, sont dissous dans l'alcool aqueux et abandonnés à l'évaporation spontanée, entre

+ 20° et + 30° de température. On les recueille et on les égoutte sur plusieurs doubles de papier à filtrer.

On prépare plus rapidement du sucre pur en faisant dissoudre à froid et en saturation du sucre raffiné dans l'alcool aqueux. On abandonne à la cristallisation spontanée à + 20° ou + 25° de température ; il ne s'agit plus que de recueillir et dessécher les cristaux.

2. **Sucre du raisin et des fruits acides.** — On prépare ce sucre par une méthode générale fort élémentaire. Le jus du raisin ou des fruits étant obtenu par écrasement, suivi de pression, on le porte à la température de + 50° ou + 60°, et on le neutralise exactement par de la craie en poudre ou du marbre pulvérisé. La liqueur filtrée est concentrée à + 20° ou + 25° Baumé, et filtrée de nouveau sur le noir en grains. On achève alors la condensation jusqu'au point de cuite, soit à + 35° Baumé bouillant, et l'on soumet à la cristallisation, en maintenant à la température de + 20° à + 30°.

La masse cristallisée est comprimée entre des doubles de papier à filtrer pour la débarrasser du sucre liquide qu'elle tient toujours interposé. On peut, si l'on veut, la purifier en la redissolvant dans l'eau ou l'alcool ; on traite la dissolution par le noir, jusqu'à parfaite décoloration, puis on concentre et l'on fait cristalliser.

Il est remarquable que les grains cristallins qui se déposent du sirop de fruits sont identiques avec le sucre de fécule, tandis que le véritable sucre de fruits, liquide et incristallisable, se trouvait dans le jus de ces fruits avant l'évaporation, qui le modifie en lui faisant acquérir deux équivalents d'eau. Le sirop d'égout de ces grains cristallins est du véritable sucre liquide, susceptible de se changer avec le temps en sucre de fécule, glycose ou sucre mamelonné.

3. **Sucre liquide.** — La manière la plus commode et la plus prompte d'obtenir ce sucre consiste à faire dissoudre 100 parties de sucre prismatique dans deux fois autant d'eau acidulée par l'acide sulfurique (4 à 5 pour 100). Après une demi-heure d'ébullition, on neutralise la liqueur par la craie pulvérisée et l'on filtre. On opère une seconde filtration sur le noir en grains lorsque la liqueur a été condensée à + 28° Baumé et l'on achève de condenser à + 30° ou + 32° Baumé.

Si l'on pousse la condensation vers + 35°, et même à un degré inférieur, le sucre liquide dépose après quelques jours des grains de sucre mamelonné.

4. **Sucre de fécule**, etc. — 100 grammes de fécule versés peu à peu, au fur et à mesure de leur dissolution, dans 400 grammes d'eau bouillante, acidulée au préalable par 3 ou 4 pour 100 d'acide sulfurique, sont transformés graduellement en matière gommeuse ou dextrine soluble, puis en sucre dit de fécule, ou glycose, ou encore sucre mamelonné.

On juge que la transformation est complète lorsqu'une goutte de la liqueur, placée sur une soucoupe et refroidie, ne prend plus de coloration bleu violet, ou lie de vin, par l'addition d'un peu de teinture d'iode. Quand on est arrivé à ce point, on continue encore l'action pendant une demi-heure, puis on neutralise l'acide sulfurique par de la craie pulvérisée que l'on ajoute par fractions. Il convient de filtrer aussitôt et de concentrer vers + 27° Baumé. A ce degré, on filtre encore pour débarrasser la liqueur du sulfate de chaux et l'on achève la concentration à + 35°, + 40° ou + 42° Baumé, selon que l'on se propose l'obtention du sirop de fécule, ou du sucre mamelonné solide.

Dans ce dernier cas, on pousse la cuite aussi loin que possible et l'on verse le sirop dans un cristallisoir, où il finit par déposer à la longue des cristaux confus, affectant la forme de mamelons ou de choux-fleurs. On peut encore obtenir le sirop de fécule et le sucre mamelonné en faisant réagir, à + 60° ou + 70°, la diastase ou l'orge germée sur la fécule.

Nous aurons à nous étendre sur cette fabrication dans un chapitre spécial où nous réunirons tous les détails de la manipulation à faire subir aux farines et fécules pour les saccharifier. Remarquons, en passant, que la saccharification des fécules n'est presque jamais complète et que le glycose est toujours mélangé de dextrine ou de matière gommeuse.

On le purifie aisément en le traitant à chaud par l'alcool à + 85°, qui dissout très-bien le glycose et n'enlève que fort peu de dextrine. La dissolution refroidie est filtrée, puis amenée à l'état sirupeux par évaporation.

Lorsque l'on a besoin d'avoir sous la main une dissolution de glycose, il est très-commode de se servir du malt des brasseurs. Cette matière concassée est mise par portions dans

quatre fois son poids d'eau chauffée à $+ 65^0$, et l'on agite constamment. La diastase de l'orge germée réagit sur la fécule du grain concassé, et, après quelques heures, on a une solution de glycose et de dextrine qu'il suffit de filtrer pour l'employer à la plupart des usages du glycose commercial. On peut, du reste, concentrer cette dissolution et la débarrasser de la dextrine par l'alcool, si on le juge convenable.

5. **Sucre de champignons.** — On épuise l'ergot de seigle pulvérisé par l'alcool à $+ 90^0$ à chaud, et l'on filtre la solution que l'on évapore en consistance d'extrait. La matière reprise par l'eau bouillante et filtrée plusieurs fois sur le noir en grains donne, par évaporation, des cristaux de sucre de champignons. Nous avons indiqué le peu qu'on sait sur ses caractères.

6. **Sucres du miel ;** *leur séparation.* — Le miel est un mélange de glycose, de sucre liquide et d'un sucre solide particulier, très-analogue au glycose (chap. I). On sépare le sucre solide et le sucre mamelonné du sucre liquide, en soumettant à la pression le miel concret. Le résidu solide est lavé plusieurs fois à l'alcool absolu. Ce procédé nous paraît préférable à celui indiqué par Proust et Braconnot.

7. **Sucre de diabète.** — Ainsi que nous le savons déjà, le sucre des diabétiques est le même que celui de fécule. On l'obtient par le procédé suivant.

On verse dans l'urine un peu de sous-acétate de plomb, pour la débarrasser du mucus qu'elle renferme, et l'on filtre la liqueur. On se débarrasse du plomb en excès par la solution d'acide sulfhydrique et l'on filtre de nouveau. Le liquide est alors concentré jusqu'en consistance de sirop, et, après quelques jours, il se solidifie en masse. On le fait dissoudre dans l'alcool à $+ 92^0$ bouillant et l'on filtre la dissolution, qu'il faut concentrer de nouveau.

Nous n'avons pas à nous étendre davantage, quant à présent, au sujet de la préparation des sucres, ce que nous venons de dire suffisant largement pour l'étude générale de ces matières; d'ailleurs, notre second livre étant spécialement consacré à la fabrication sucrière, nous y exposerons, avec tous les détails utiles, les méthodes pratiques à suivre pour l'ex-

traction des sucres dont l'usage présente quelque intérêt. Remarquons cependant que l'on doit se baser, en général, dans les essais et les recherches *en petit*, sur la solubilité plus ou moins grande des sucres dans l'alcool anhydre ou aqueux, pour en faire la séparation. Il ne faut jamais soumettre à la concentration des jus acides, si l'on recherche le sucre de canne, lequel se changerait en sucre liquide dans ce cas; on ne doit pas non plus élever la température des solutions de glycose en présence des alcalis, qui les colorent presque immédiatement en brun foncé.

On devra, au surplus, suivre dans ces préparations la marche la plus rationnelle, celle qui dérive de la connaissance du sucre que l'on veut obtenir : il importe donc de se guider sur les propriétés générales et spéciales des sucres et des matières sucrées, au sujet desquelles nous nous sommes longuement étendu dans le chapitre précédent.

ANALYSES DE QUELQUES MATIÈRES SACCHARINES.

1. **Analyse de la canne à sucre.** — M. Avequin s'est livré à des recherches analytiques assez importantes sur les cannes à sucre cultivées à la Louisiane, et sur le jus sucré qu'on en retire et qui porte le nom de *vesou*. Nous allons rapporter ces analyses.

Canne d'Otaïti. — Elle contient, sur 100 parties, d'après l'observateur que nous venons de citer :

Eau de végétation	76,080
Sucre cristallisable	10,120
Sucre incristallisable / Matière extractive	4,160
Albumine végétale	0,046
Gomme	0,081
Chlorophylle, etc. / Matière grasse	0,085
Résine jaune solide	0,128
Stéarine végétale	0,075
Ligneux	8,867
Chlorure de potassium	0,042
Sulfates de potasse	0,056
Sulfates d'alumine	0,115
Silice	0,145
Oxyde de fer	traces.
	100,000

Ainsi, d'après M. Avequin, la canne d'Otaïti renferme 14,28 pour 100 de sucre, dont 4,160 ou les 2/7 sont regardés par ce chimiste comme du *sucre incristallisable* mêlé de matière extractive?

Canne à rubans. — M. Avequin y a trouvé sur 100 parties :

Eau de végétation	76,729
Sucre cristallisable	9,850
Sucre incristallisable / Matière extractive	3,542
Albumine végétale	0,047
Gomme	0,080
Chlorophylle / Matière grasse	0,092
Résine jaune solide	0,140
Stéarine végétale	0,082
Ligneux	9,071
Chlorure de potassium	0,048
Sulfates de potasse	0,062
Sulfates d'alumine	0,098
Silice	0,155
Oxyde de fer	0,005
	100,000

La canne à rubans, cultivée à la Louisiane, tiendrait ainsi 13,492 de sucre pour 100, dont 3,542, ou plus de 1/4, serait du *sucre incristallisable* mêlé de matière extractive.

Nous verrons tout à l'heure ce que l'on peut conclure de ces analyses, sur lesquelles, au demeurant, nous ne préjugeons absolument rien.

M. Avequin analysa également le vesou de ces deux espèces de canne marquant + 9° de densité, et sur une quantité normale d'un litre, il a trouvé les résultats suivants :

	CANNE D'OTAÏTI (Poids du litre : 1067 gr.)	CANNE A RUBANS (Poids du litre : 1062 gr.)
Eau de végétation	894,98	898,03
Sucre cristallisable	119,05	113,55
Sucre incristallisable / Matière extractive	48,95	46,34
Albumine	0,55	0,56
Gomme	0,95	1,08
Chlorure de potassium	0,50	0,56
Sulfates de potasse	0,66	0,73
Sulfates d'alumine	1,36	1,15
	1067,00	1062,00

Soit, pour le *poids moyen* du litre de vesou, 1064gr,5, contenant en moyenne 163gr,945 de sucre, dont 116gr,30 de sucre cristallisable et 47gr,645 de sucre incristallisable.

D'après M. Garcia, la canne de Batavia serait moins riche que celle d'Otaïti, à cause de la présence d'une plus forte quantité de cérine et de matière jaune résineuse. Sans chercher à discuter le mérite de cette raison, ajoutons que la canne à rubans est cultivée de préférence à la Louisiane, à cause de sa précocité beaucoup plus grande que celle de la canne d'Otaïti. Ce motif est tout-puissant dans beaucoup de localités qui ont à redouter certaines influences climatériques.

M. Dupuy a indiqué l'analyse suivante de la canne à sucre dans les *Annales de la marine*, année 1842 :

Eau..................	72,00
Matières solubles.......	17,80
Ligneux..............	9,80
Sels................	0,40
	100,00

La canne de Cuba, analysée par M. Casaseca, lui a donné :

Eau..................	77,8	100,00
Sucre................	16,2	
Ligneux..............	6,0	

M. Payen indique les proportions suivantes observées sur des cannes jeunes et des plantes mûres (variété d'Otaïti) :

	Cannes développées au tiers.	Cannes mûres.
Eau.........................	79,70	71,04
Sucre.......................	9,06	18,00
Cellulose et ligneux, etc........	7,03	9,56
Albumine et matières azotées....	1,17	0,55
Cérosie, etc., matières grasses...		0,37
Amidon, etc..................	1,09	
Matières grasses et sels.........	1,95	
Sels........................		0,28
Silice.......................		0,20
	100,00	100,00

Nous n'entrons pas dans les détails de l'analyse rapportée par ce chimiste ; il nous suffit de constater que la canne d'Otaïti, mûre, donne 71,04 d'eau pour 100 et 18 pour 100 de sucre, selon ses données.

M. Péligot a trouvé sur 100 parties de canne de la Martinique :

Eau	72,10	100,00
Sucre	18,00	
Tissu et sels	9,90	

M. Dupuis a donné pour résultat de son analyse :

Eau	72,00	100,00
Sucre	17,00	
Tissu et sels	10,20	
Perte	0,80	

M. Péligot a également trouvé qu'un vesou de + 11°,8, qui provenait de la Martinique et avait été conservé par la méthode d'Appert, tenait 71,77 d'eau et 20,90 de sucre.

Avant d'aller plus loin, disons que si la canne *bien mûre* peut contenir 0,18 de sucre et même davantage dans certaines saisons, il ne faut pas conclure de ces chiffres le rendement habituel de la canne dans certains pays où elle est recueillie avant sa maturité complète, à la Louisiane, par exemple. Ainsi, M. Avequin n'a constaté que 9,85 de sucre cristallisable dans la canne de Batavia, et 10,12 dans la variété dite d'Otaïti. Il a trouvé, en outre, dans la première, 3,542 de sucre incristallisable, et 4,16 dans la seconde, ce qui est en désaccord avec l'opinion de plusieurs qui nient la préexistence de ce sucre, et prétendent que sa présence est due seulement aux réactions des manipulations.

Nous comprenons qu'à certaine époque de la végétation des plantes, certains produits soient complétement remplacés par leurs isomères ; nous admettons même qu'il peut y avoir un temps dans la vie de la canne où elle ne contienne que du sucre cristallisable, au moins momentanément ; mais nous ne pouvons admettre cette donnée que très-hypothétiquement, et nous ne pensons pas que l'on puisse en rien arguer pour la pratique.

Il est digne de remarque, en effet, que le vesou de la canne est toujours acide au moment même de son extraction ; et, d'après les réactions connues du sucre en présence des acides, il est impossible que ce jus sucré ne contienne pas une proportion quelconque de sucre incristallisable. Il s'en produirait, en tout cas, dans le vin de canne aussitôt qu'il se-

rait soumis à l'influence directe de l'air atmosphérique et dans tous les cas de lésion ou d'altération des cannes. Nous croyons donc que le vesou envoyé de la Martinique à M. Péligot avait été neutralisé avant d'être expédié ; en un mot, qu'il avait été *manipulé*, car l'obtention de 20,90 de sucre *sans mélasse* nous paraîtrait, sans cela, un mythe illusoire, un de ces brillants mirages qui trompent les plus habiles observateurs.

Ce n'est pas, du reste, en Europe qu'il faut étudier la canne et ses produits ; c'est aux lieux mêmes où elle croît qu'il convient de se transporter pour en faire une analyse sérieuse et irréfutable, et qui doit porter sur les éléments de cette plante saccharifère, à diverses époques de sa végétation, depuis les premiers temps de sa croissance jusqu'à sa parfaite maturité. Nous examinons plus loin les expériences de M. Péligot, ou plutôt les chiffres analytiques publiés par cet habile observateur, et quelques-unes des conclusions qu'il en déduit.

En résumé donc, on pourrait, à la rigueur, prendre pour base les chiffres suivants, dont la moyenne nous donne 75,60 d'eau et 14,10 de sucre pour 100 :

	Canne mûre. (Otaïti.)	Canne parvenue à une maturité incomplète. (Otaïti.)	Canne parvenue au tiers de son développement. (Otaïti.)
Eau........	71,04	76,08	79,70
Sucre.......	18,00	14,28	9,06
Ligneux, etc.	10,96	9,64	11,24

On peut, *en pratique*, considérer la *matière sucrée* de la canne comme devant fournir un double produit : du sucre *cristallisable prismatique* et du sucre *incristallisable*, dans la proportion de 70,87 du premier et 29,13 du second ; ces chiffres sont loin d'être exagérés, et les manipulations actuelles produisent une proportion beaucoup plus forte de mélasse. Ajoutons que nous ne préjugeons rien sur l'existence simultanée des deux sucres dans la canne, cette question devant être traitée ultérieurement.

Ainsi, la canne *mûre* renfermerait 18 pour 100 de son poids en matière sucrée, d'après les données qui précèdent.

En 1826, M. Plagne aurait obtenu 832 grammes de sucre brut, d'une belle nuance jaune paille, très-sec, de 4 kilogrammes de vesou de canne, ce qui établirait un rendement de plus

de 20 pour 100 *sur le vesou*... Ceci ne préjuge pas grand'chose quant à la canne elle-même.

Analyse de 1000 grammes de vesou, par M. Plagne.

Eau de végétation	3k ,133
Sucre cristallisé	0 ,832
Sucre incristallisable *supposé* sec	0 ,030
Cérine	0 ,0003
Cire verte	0 ,00106
Matière organique particulière?	0 ,00161
Albumine	0 ,0003
Sels	traces.

Analyses diverses par M. Osmin Hervy. Cannes desséchées sur 1000 parties en poids.

	1er Echantillon.	2e Echantillon.	Moyenne.
Eau	104	82	93
Cire	10	10,8	10,4
Sucre cristallisable	414,4	513	463,7
Sucre incristallisable	165	102	133,5
Matière extractive	2,6	2,9	2,75
Sels solubles	3	10,9	6,95
Ligneux et mat. minérales	301	277,6	289,3

Bagasse non altérée, sur 1000 parties.
(Moyenne.)

Eau	81
Cire	15,5
Sucre cristallisable et extractif (très-peu)	124,5
Sucre incristallisable	108,5
Cendres	19,3
Ligneux	646,2

Bagasse altérée, sur 1000 parties.

Eau	80
Cire	15
Sucre cristallisable, avec peu d'extractif	100
Sucre incristallisable	290
Cendres	30
Ligneux	485

M. Avequin a trouvé que 1000 parties de cannes d'Otaïti renferment :

Eau de végétation	760,80
Matières solubles	146,20
Matières insolubles	90

Ce qui revient à dire que 1000 parties de cette canne contiennent 907 parties de vesou et 93 de bagasse. Il résulte d'expériences comparatives que la *pratique* ne retire, *en moyenne*, que 516 parties de vesou sur 1000 de cannes, produisant ainsi 484 parties de bagasse, soit, une perte en vesou de 391 par 1000 de cannes.

Ces chiffres sont la moyenne entre la canne d'Otaïti et celle à rubans. Il en résulte une perte sèche de 42k,717 de sucre cristallisable resté dans les bagasses par 1000 kilogrammes de cannes. La perte en sucre incristallisable serait de 17k,500 environ. Ainsi, d'après M. Avequin, le planteur n'obtiendrait *au maximum* que 56k,374 de sucre cristallisé et 23k,095 de sucre incristallisable, au lieu de 99 kilogrammes environ du premier et 40k,595 du second.

Encore faut-il admettre que le planteur obtient moins de sucre cristallisable parce qu'il en perd une partie notable en mélasse, à raison des défauts et des mauvaises manipulations inhérents au système de traitement des jus suivi pour le vesou de canne.

2. **Analyse du sorgho sucré.** — Le sorgho n'a pas encore été étudié d'une manière bien approfondie et nous ne rapportons en quelque sorte que pour mémoire les analyses qu'on en a données, non pas que nous les révoquions en doute, mais parce que les différences apportées par la culture, le sol et le climat, tant en France qu'en Algérie, exigeront à cet égard des travaux plus étendus et complétement neufs.

Suivant M. A. Sicard, 1 litre de vesou de sorgho pèse 1055 grammes et marque + 9° au pèse-sirop.

L'examen au saccharimètre-Soleil indique 16 pour 100 de sucre dans ce vesou, et ce sucre se partage en 10,33 de sucre cristallisable et 5,67 de sucre incristallisable.

Analyse de la canne de sorgho, par M. Hétet, sur 100 parties.

Eau	70
Sucre Albumine Matière grasse Cérosie Ligneux	29,463
Sels	0,537

D'après l'étude saccharimétrique, on peut conclure que

100 parties de vesou répondent à 84 d'eau et 16 de sucre ; nous en déduisons que 100 parties de sorgho, contenant 70 d'eau, renferment 13,33 de sucre, dont 8,61 de sucre cristallisable et 4,72 de sucre incristallisable.

Analyse des sels du sorgho, sur 0,537.

Silice	0,062	= 0,537	
Chlore, acides sulfurique, phosphorique, carbonique, potasse, chaux, magnésie.	0,475		(Hétet.)

Il est à remarquer que le jus de sorgho contient un ferment énergique dont il sera urgent de se méfier, si l'on veut entreprendre l'extraction du sucre de cette plante.

3. **Analyse de la betterave.** — La composition de la betterave sucrière a été étudiée par les chimistes, sous des rapports bien opposés : les uns ont prétendu indiquer toutes les substances qui font partie de cette racine, d'autres se sont bornés à indiquer simplement les proportions de l'eau, des matières solides, du sucre, de l'albumine et du ligneux. Parmi les premiers se trouve M. Payen, dont nous reproduisons l'analyse :

Analyse de la betterave, par M. Payen, sur 100 *parties.*

Eau		83,5
Sucre		10,5
Cellulose et pectose		0,8
Albumine, caséine et autres matières neutres azotées	1,5	5,2
Acide malique, pectine, substance gommeuse ; matières grasses, aromatiques et colorantes ; huile essentielle, chlorophylle, asparamide ; oxalate et phosphate de chaux ; phosphate de magnésie ; chlorhydrate d'ammoniaque ; silicate, azotate, sulfate et oxalate de potasse ; oxalate de soude ; chlorures de sodium et de potassium ; pectates de chaux, de potasse et de soude ; soufre, silice, oxyde de fer, etc.	3,7	
		100,0

Dans une *analyse antérieure,* M. Payen avait *constaté la présence du sucre incristallisable*...

On rencontre souvent de la fécule dans les betteraves non mûres, et nous avons pu nous assurer plusieurs fois de ce fait remarquable ; mais il a été passé sous silence par tous les auteurs qui se sont occupés de cette racine.

M. Dubrunfaut a également donné de la betterave une analyse très-détaillée, quoique fort incomplète, selon lui... Elle diffère de celle de M. Payen sous divers rapports, mais il ne

serait d'aucune utilité pour le lecteur que nous la reproduisions ici; nous préférons indiquer sous forme de tableau le résumé des recherches consciencieuses faites par M. Péligot sur la racine précieuse qui nous occupe.

La simplicité et la précision qui en sont le caractère les rendent indispensables au fabricant de sucre indigène, dont elles doivent être le guide constant.

Résultats analytiques obtenus par M. Péligot, sur la betterave, sur 100 parties.

DATE DE L'ARRACHAGE.	POIDS.	DENSITÉ DU JUS.	EAU.	MATIÈRES SOLIDES.	SUCRE	ALBUMINE.	LIGNEUX
	Grammes	Degrés Baumé.					
2 août......	20-25	»	90,5	9,5	5,0	»	»
7 août......	300	6,4	84,5	15,5	8,9	»	»
11 août......	600	»	87,4	12,6	8,2	1,6	2,8
30 août......	1000	6,2	86,9	13,1	8,6	1,4	3,1
1er septembre.	1100	3,2	92,6	7,4	4,2	1,0	2.1
1er septembre.	460	4,2	90,6	9,4	5,0	1,6	2,8
7 septembre.	800-900	4,5	90,0	10,0	7,3	0,8	1,9
23 septembre.	500	7	83,1	16,9	11,9	1,6	3,2
23 septembre.	700	6,4	87,0	13,0	8,6	1,7	2,7
26 septembre.	80-100	»	84,9	15,1	10,0	1,8	3,3
9 octobre...	150	»	85,9	14,7	»	»	»
9 octobre...	150	»	85,8	14,2	»	»	»
19 octobre...	700	»	90,3	9,7	»	»	»
19 octobre...	600	»	84,6	15,4	»	»	»
13 novembre.	500	»	86,1	13,9	»	»	»

Dans l'analyse d'une racine arrachée le 15 novembre, M. Péligot a trouvé 80,4 d'eau, 19,6 de matières solides. Ces dernières renfermaient un chiffre considérable de *sucre cristallisable,* 14,4 pour 100 du poids de la betterave.

De ses travaux analytiques, M. Péligot déduit quelques conséquences remarquables :

1° Pendant toute la *durée de la croissance* de la betterave, ses principes constituants augmentent simultanément et dans une proportion à peu près constante.

2° Quand la betterave cesse de *croître* en poids et en volume, la proportion de ses principes solides augmente d'une manière notable.

Ainsi, en pratique, se trouve corroboré le conseil que l'on donne de laisser les racines en terre le plus longtemps que

l'on peut, avant l'époque des premières gelées. D'un autre côté, il n'y aurait pas un notable inconvénient à traiter les betteraves dès le mois de septembre, puisqu'à cette saison elles renferment déjà 8 pour 100 de sucre. Dans les cas de presse, on peut profiter de ce fait pour commencer plus tôt la fabrication.

Une betterave montée en fleurs a fourni à M. Péligot 9,8 pour 100 de sucre, tandis qu'un porte-graine de deux ans ne lui en a pas offert la moindre trace.

Ce résultat pouvait être prévu, car la *granification* enlève le sucre à la plupart des racines végétales et au plus grand nombre des tiges, mêmes lorsqu'elles renferment une proportion notable de matière saccharine avant cette période.

4. **Analyses et renseignements divers.** — Nous réunissons ici quelques analyses de substances diverses dont la matière sucrée est un des éléments, afin de présenter au fabricant les observations et les faits susceptibles de l'intéresser, et de le mettre peut-être sur la voie de nouvelles applications.

Des tiges de maïs. — Le maïs renferme assez de sucre cristallisable pour être avantageusement exploité, et nous pensons même qu'il pourrait y avoir profit à tenter la culture du *grand maïs* pour en extraire le sucre. La proportion de ce principe immédiat y est très-variable, sans doute à raison de la différence des espèces et du degré plus ou moins avancé de la maturité. Nous avons retiré depuis 5 jusqu'à 7,5 de sucre bien cristallisé pour 100 parties de maïs. Il importe de ne pas laisser les épis sur les tiges, ou, si l'on préfère les laisser, il faut traiter le maïs quelques jours après la fécondation, avant que la matière féculente commence à se former aux dépens du sucre.

Analyse de la farine de maïs, d'après Gorham.

Eau	9
Fécule	77
Gluten (zéine)	3
Albumine	2,50
Sucre	1,45
Extractif	0,80
Gomme	1,75
Phosphate et sulfate de chaux	1,50

M. Dumas y admet encore 9 pour 100 d'huile dont M. J. Liebig conteste l'existence.

Il n'existe pas encore d'analyse complète de la tige de maïs, pas plus que de celle du millet et des graminées.

Du lait considéré comme matière sucrée. — Sous le rapport de la quantité de sucre (*lactine, lactose, sucre de lait*) qu'il renferme, le lait présente des différences très-notables.

Le lait doit à la présence du sucre la saveur douce qui le caractérise ; ses propriétés nutritives dépendent de la caséine ou du fromage qu'il renferme. Nous avons donné précédemment l'étude de la lactine.

Le lait de vache contient en moyenne 3,5 pour 100 de *lactine* ou de *sucre de lait*.

Analyse du lait, sur 1000 *parties, d'après M. Boussingault.*

	Vache.	Chèvre.	Anesse.
Eau	874	820	905
Beurre	40	45	14
Lactine et sels solubles	50	45	64
Caséum, albumine et sels insolubles	36	90	17

Analyse du lait de vache écrémé, selon Berzélius.

Poids spécifique : 1033.

Eau	928,75
Beurre	traces.
Lactine ou *sucre de lait*	35
Caséum	26
Chlorure de potassium	1,70
Phosphate de potasse	0,25
Acide lactique, acétate de potasse	6
Lactate de fer	traces.
Phosphates terreux	0,50

Analyse de la crème, sur 1000 *parties, d'après Berzélius.*

Poids spécifique : 1024,40.

Beurre		4,5
Caséum		3,5
Sucre de lait	4,4	} = 92,0
Eau et sels	87,6	

Du sucre diabétique. — Nous avons rapporté les caractères du glycose que l'on trouve dans l'urine des malades atteints du diabète sucré, et nous avons vu que ce sucre ne diffère pas du sucre mamelonné préparé avec la fécule ou la cellulose. Voici les données analytiques qui en indiquent les proportions dans l'urine.

Analyse de l'urine diabétique, sur 1000 parties, d'après M. Bouchardat.

Eau	837,58
Urée	8,27
Acide urique	0,0
Glycose	134,42
Extractif	5,27
Sels	8,69
Phosphates et mucus	0,24
Albumine	0,0
Oxyde de fer	0,14

Analyse du seigle ergoté, sur 100 parties, d'après Wiggers.

Huile grasse blanche	35,0006
Matière grasse blanche cristallisable	1,0456
Cérine	0,7578
Matière fongueuse	46,1862
Ergotine	1,2465
Osmazome végétal	7,7646
Matière gommeuse extractive (rouge)	2,3250
Sucre de champignons	1,5530
Albumine végétale	1,4600
Phosphate acide de chaux	4,4221
Acide silicique	0,1394

C'est principalement de l'ergot de seigle que l'on extrait le sucre dit de champignons, qui forme l'espèce intermédiaire entre le sucre de fruits et le glycose, celui auquel nous donnons le nom de quadrihydrate de saccharigène. Quelques observations faites par nous depuis peu nous autorisent à penser que la plupart des moisissures et des champignons les plus élémentaires comptent ce sucre parmi leurs éléments. Il en résulterait une conséquence naturelle assez remarquable : c'est que l'hydratation plus ou moins grande du corps saccharigène se ferait dans des limites données, dès qu'il apparaît dans l'organisation végétale. Les lichens abondent en fécule, en lichénine, en acide oxalique ; les champignons les plus rudimentaires offrent la matière gommeuse et le sucre.

De quelques racines et fruits sucrés.— On est fort loin aujourd'hui d'avoir étudié, sous le rapport des principes immédiats qui les composent, les variétés botaniques qui pourraient offrir des éléments utiles. Les savants sont occupés, pour la plupart, à leurs discussions; les hommes de recherche suivent chacun

leur but spécial, et il serait très-difficile de réunir en un faisceau les documents incomplets disséminés partout. D'ailleurs, tous ces travaux analytiques seraient à refaire sur un plan beaucoup plus simple que ce qui a été fait. Voici l'ordre que nous voudrions suivre dans cette recherche, s'il nous est donné plus tard d'y consacrer quelques années : 1° détermination de l'eau et des parties solides à la température de + 100°; 2° dosage des matières solubles et des matières insolubles; 3° détermination des substances grasses fixes ou essentielles, des sucres, des fécules, des gommes, des principes colorants, tannants, en un mot, des matières susceptibles d'utilisation domestique ou industrielle.

Un ouvrage de ce genre est trop simple, trop utile, et, tout à la fois, il exige trop de travail obscur pour tenter les hommes spéciaux; voilà pourquoi il manque dans la science appliquée aussi bien que dans la science théorique. Il devrait porter sur les racines, les tiges, les graines, à diverses époques de la vie végétale des plantes examinées...

Le suc de *carotte rouge* (*daucus carota*) renferme, d'après les observations faites au commencement de ce siècle, de l'*albumine*, une *matière grasse résineuse*, de la *mannite*, un *sucre difficilement cristallisable*[1], une *matière organique??*... de l'*acide malique*. On trouve dans les cendres de la *chaux* et de la *potasse*, des *acides chlorhydrique*, *phosphorique* et *carbonique*.

L'eau froide laisse dans le marc, après épuisement, du *ligneux* et de la *pectine*.

Nous avons rencontré dans la carotte, depuis 7,43 jusqu'à 9 pour 100 de sucre parfaitement cristallisable. Aussi, nous regardons cette plante comme un des meilleurs auxiliaires de l'industrie des sucres.

Analyse du topinambour, d'après Braconnot,

Eau	77,20
Glycose	14,80
Inuline	3,00
Cellulose	1,22
Gluten	0,99
Gomme	1,08

[1] Ceci est complètement erroné, et le sucre de la carotte est très-facile à extraire lorsque le jus a été soumis à une défécation rationnelle.

Huile	0,06
Cérine	0,03
Sels de potasse	1,28
Sels de chaux	0,24
Chlorure de potassium	0,08
Acide silicique	0,02

Analyse de la batate, sur 100 parties, d'après M. Payen.

	Batate igname.	Batate rouge (douce).
Eau	79,64	67,50
Fécule	9,42	16,05
Sucre	3,50	10,20
Matières azotées	1,10	1,50
Matières grasses	0,25	0,30
Cellulose	0,54	0,45
Autres matières organiques	0,00	1,10
Acide pectique	1,30	0,00
Sels minéraux	3,25	2,90

Les *fraises*, les *framboises*, l'*ananas*, la *mûre* contiennent une proportion très-notable de sucre ; les *cerises*, les *prunes*, l'*abricot*, la *pêche* et la plupart des fruits de nos vergers en renferment également une quantité plus ou moins grande, selon leur degré de maturité.

Analyse des pommes à cidre.

	Vertes.	Mûres.	Blettes ou pourries.
Eau	85,50	83,20	63,35
Sucre	4,90	11,00	7,95
Tissu végétal	5,00	3,00	2,06
Gomme	4,01	2,11	2,00
Albumine	0,10	0,50	0,06
Acides malique, pectique, tannique, gallique, chaux, acétates alcalins, huiles grasses et volatiles, chlorophylle, matières azotées et non solubles.	= 0,49	0,50	0,60

Cette analyse, ainsi que la suivante, est due à la Commission de la Société libre d'agriculture du département de l'Eure.

Analyse des poires à poiré.

	Vertes.	Mûres.	Blettes ou pourries.
Eau	86,28	83,28	62,73
Sucre	6,45	11,52	8,77
Tissu végétal	3,80	2,19	1,85
Gomme	3,17	2,07	2,62

	Vertes.	Mûres.	Blettes ou pourries.
Albumine	0,08	0,21	0,23
Acides malique, pectique, tannique, gallique, chaux, acétates alcalins, huiles grasses et volatiles, chlorophylle, matières azotées et non solubles	= 0,22	0,13	0,65

Les *potirons*, les *melons* renferment du sucre analogue au sucre de canne; l'*oignon* contient un sucre liquide qui se change en mannite par la fermentation. La *noix de coco* contient du sucre liquide, du mucoso-sucré, de la gomme et de l'huile grasse avec de l'albumine et un sel végétal, selon Tromsdorff.

On trouve du sucre, de l'amidon, de la gomme, etc., dans la racine de *guimauve;* les feuilles de *digitale* renferment du sucre et de l'amidon, en présence du tannin et de divers autres principes.

Analyse de la casse.

Les fruits du *canéficier* (*cassia fistula*) contiennent, sur 1,000 parties, d'après Vauquelin :

Valves			351,55
Cloisons			70,31
Graines			132,82
Pulpe.	Eau	236,99	445,32
	Sucre	148,44	
	Pectine	31,25	
	Gomme	15,62	
	Glutine	7,92	
	Extractif amer	5,10	

Cette matière renferme donc 14,84 de sucre pour 100.

Analyse de la pulpe de tamarin, sur 100 parties,, d'après Vauquelin.

Eau	27,55
Sucre	12,50
Gomme	4,70
Pectine	6,25
Parenchyme	34,35
Acide citrique	9,40
Acide tartrique	1,55
Acide malique	0,45
Bitartrate de potasse	3,25

La séve de l'*orme* (*ulmus campestris*) serait *sucrée* et mucilagineuse, quand on la recueille à la fin d'avril, selon les observations de Vauquelin. Celle du *charme* (*carpinus sylvestris*), recueillie à la même époque, est *acide*, d'une saveur sucrée aigrelette, et elle éprouve successivement la fermentation spiritueuse et la fermentation acide, quand on l'expose à l'air. Il en est de même de celle de *bouleau* (*betula alba*), d'après le même chimiste.

OBSERVATIONS. — Nous renvoyons à notre troisième livre, qui traite spécialement de la raffinerie, la marche à suivre pour l'essai préliminaire des sucres bruts et des sirops sucrés. On observe, à cet égard, dans l'industrie, des règles empiriques que nous ferons connaître, en les accompagnant toutefois des méthodes plus rationnelles indiquées par la science.

Il nous reste maintenant à examiner quelques opinions qui se sont fait jour au sujet de la matière sucrée et de son mode d'existence dans les végétaux saccharifères. Nous passerons ensuite en revue les méthodes de plusieurs expérimentateurs, afin de pouvoir apprécier la créance qu'on doit leur accorder en pratique.

DE LA PRÉEXISTENCE DU SUCRE INCRISTALLISABLE DANS LES VÉGÉTAUX SUCRÉS.

M. Péligot, après M. Pelouze, considère comme démontré ce fait que le sucre incristallisable ne préexiste pas dans la betterave [1]. Nous ne saurions nous ranger à cet avis, au moins jusqu'après de nouvelles recherches, le moyen employé par l'habile chimiste pour démontrer cette proposition ne nous paraissant pas irréfutable.

Voici en quoi il consiste :

« On fait cristalliser à la température ordinaire la totalité du sucre qui a été dissous par l'alcool aqueux, après la dessiccation de la betterave. Il suffit pour cela de transformer cet alcool aqueux en alcool absolu, et on y parvient en le plaçan dans le vide au-dessus d'un vase contenant de la chaux vive, qui absorbe la vapeur d'eau à mesure qu'elle se produit. Peu à peu le sucre se précipite sous la forme ordinaire du sucre

[1] Le savant professeur au Conservatoire a émis la même opinion relativement à la canne.

candi, incolore et transparent. L'alcool absolu qui reste au bout de quelques jours ne contient rien en dissolution, ainsi qu'on peut s'en assurer en l'évaporant. »

M. Péligot ajoute que ce candi ainsi obtenu est un peu déliquescent et qu'il doit être conservé à l'abri de l'air humide, à cause de la combinaison avec le sel marin (*chlorure de sodium* NaCl) qu'il renferme ordinairement en petite quantité.

C'est justement cette raison qui plaide en faveur de notre opinion. En effet, le sel marin contracte une combinaison cristallisable avec le sucre de fruits, et cela plus aisément encore qu'avec le sucre de canne, en sorte que l'absence de résidu, après l'évaporation de l'alcool absolu, ne peut être considérée comme une preuve de la non-existence du sucre incristallisable.

Ajoutons à ce qui précède que nous ne formulons pas ici le moindre blâme contre les travaux analytiques de M. Péligot... Nous pensons, en effet, que cet observateur a cru ne pas rencontrer de sucre incristallisable dans la canne et la betterave, mais qu'il a tiré de ce fait isolé une conclusion trop générale. Comme d'ailleurs la recherche laborieuse de la vérité semble pénible à beaucoup, cette affirmation de M. Péligot a été suivie des résultats ordinaires, auxquels on devait naturellement s'attendre. Tels chimistes, qui disaient avoir trouvé le sucre incristallisable dans la betterave, dans des analyses antérieures, ont rayé d'un trait de plume la présence de ce sucre, aussitôt que l'habile chimiste dont nous parlons eut publié son mémoire.

De deux choses l'une, cependant : ou M. Péligot est dans le vrai, et l'on aurait dû le constater par des expériences de contrôle ; ou il s'est trompé, et l'on ne devait pas nier ce qu'on avait affirmé, sur la seule raison qu'il apportait des résultats inattendus.

La science d'application ne doit pas avoir de complaisances : si le sucre incristallisable *existait* avant, il ne devait pas être *nié après ;* s'il n'existait pas, on avait donné au public des analyses erronées, basées sur des à peu près, et, dans ce cas, une telle négligence est plus qu'une faute.

On a accepté avec une sorte de bandeau sur les yeux l'hypothèse de la non-préexistence du sucre cristallisable... C'est qu'en réalité cette hypothèse simplifiait énormément la ques-

tion de la production saccharine. Il ne s'agissait plus que d'un problème de chimie industrielle à résoudre, et les fabricants étaient en droit de dire aux savants : « Puisque la canne et la betterave ne contiennent pas de *mélasse*, enseignez-nous le mode de procéder par lequel nous n'en ferons, nous, que le moins possible ! »

Une telle exigence de l'industrie ne serait que justice, dans le cas où le mirage serait une réalité. Il ne peut en être malheureusement ainsi, et il suffit de réfléchir sérieusement à ce qui se passe dans les plantes sacchariféres pour en être convaincu. Il est certain que la canne, par exemple, est beaucoup plus riche en sucre cristallisable dans certaines saisons ; or, d'après les observations de M. Biot et de plusieurs autres savants distingués, d'après les nôtres propres, on rencontre dans les végétaux sucrés les phases suivantes.

Les plantes saccharines peuvent contenir :

1° De la *fécule*, de la *gomme* ou *dextrine*, du *sucre de fruits* en abondance, peu de *sucre prismatique* ;

2° Moins de *sucre de fruits*, du *glycose*, du *sucre prismatique*, peu ou point de *fécule* et de *gomme* ;

3° L'un ou l'autre de ces sucres *seul*, avec peu ou point de *gomme*, selon l'époque de la maturation ;

4° Retour du *sucre* à l'état gommeux, puis à l'état féculent, à la suite de la *granification*.

La canne n'échappe pas à cette loi, et les seules modifications que l'on peut observer tiennent aux premières périodes, qui sont d'autant moins marquées que la canne se reproduit le plus souvent de boutures et non de graines. Il peut aisément se faire, et cela est très-compréhensible, que les cannes observées soient cueillies à l'époque précise du maximum de leur valeur en sucre prismatique ; il peut arriver qu'elles n'en contiennent pas du tout, mais cela ne permet pas d'affirmer que la canne ne contient jamais ensemble les deux sucres. Une telle affirmation, pour mériter créance, devrait reposer sur une série d'expériences faites aux lieux de production. La canne devrait être examinée au moins tous les huit jours, depuis sa sortie de terre jusqu'à sa maturité complète et même au delà de ce dernier terme. Sans cette précaution, il est impossible de rien inférer de positif d'une suite d'expériences faites par les hommes les plus compétents. Dans la plupart des climats

sucriers, la canne ne donne pas de graines ; il en résulte que le sucre prismatique, *arrivé à son maximum*, ne décroît pas sensiblement, à moins que la canne ne soit soumise à des influences chimiques ou physiques spéciales. Il peut donc parfaitement se faire que la plante traitée, prise au moment où elle ne contient que du sucre prismatique, ne donne pas de mélasse à l'observateur ; le fait énoncé par M. Péligot n'a rien qui puisse surprendre, et surtout nous regardons comme très-hasardés les doutes émis sur le fait lui-même par des adversaires plus ou moins passionnés.

Ce n'est pas le fait même qui est attaquable, mais bien la généralisation prématurée de ce fait. La canne ne contient pas de sucre incristallisable à telle époque, lorsqu'elle a crû sur tel sol, dans tel climat, sous l'empire de telles circonstances atmosphériques... Soit, nous l'admettons volontiers sans conteste. Mais en sera-t-il de même dans une autre saison, un sol différent, sous un autre climat ? Il nous est permis de nous arrêter ici, et d'exprimer un doute légitime.

Ce doute nous paraît d'autant plus fondé que les différences de climat sont extrêmement sensibles sur les produits de cette plante. Bourbon donne des vesous à peu près neutres, qui produisent des sucres *secs* et nerveux ; la Louisiane offre des vesous acides, rendant des sucres *gras*, qui se traitent fort difficilement. Ceux-ci sont toujours accompagnés d'une quantité de mélasse très-considérable, et nous attribuons ce résultat à la préexistence du sucre incristallisable aussi bien qu'à l'imperfection des procédés. Les réflexions qui précèdent s'appliquent à la betterave comme à la canne ; elles sont aussi compréhensibles pour l'une que pour l'autre, et également basées sur l'observation attentive des lois naturelles de la végétation.

Avant donc de modifier en quoi que ce soit une opinion fondée sur des analyses multipliées, il importe que de nouvelles expériences interviennent ; il faut surtout que ces expériences soient faites dans des conditions différentes de temps, de lieu, de climat, de température, de culture ; elles doivent être assez nombreuses pour qu'on en puisse tirer des *conséquences moyennes* rationnelles.

En attendant que cette lacune soit comblée, l'industrie sucrière n'en doit pas moins à M. Péligot une reconnaissance

réelle pour avoir mis en éveil une question aussi importante, aussi bien que pour les résultats utiles que l'on doit à des travaux consciencieux et habilement dirigés. Nous donnerons une analyse succincte des recherches de M. Péligot sur la canne et la betterave.

DE QUELQUES PROCÉDÉS ET MÉTHODES D'ESSAI.

Nous avons indiqué le procédé analytique de M. Péligot et nous avons dit notre opinion à ce sujet; nous pensons que ce procédé est préférable à la plupart des autres, par la netteté des résultats et la simplicité des opérations qu'il exige. Nous allons clore ce chapitre par l'exposé des méthodes suivies par MM. Avequin et Plagne, au sujet de la canne, parce que ces procédés nous ont paru nécessiter quelques observations.

Procédé suivi par M. Avequin. — Cet observateur plaça dans une capsule de porcelaine, sur un feu doux, un litre de vesou de cannes d'Otaïti, marquant 9° Baumé et pesant 1067 grammes. A la température de + 60° il s'éleva à la surface une matière floconneuse grisâtre qui fut séparée par filtration et lavée lorsque la liqueur eut atteint 15° Baumé de densité. Le dépôt séché, offrant les caractères de l'albumine végétale, pesait 0gr,55. L'eau de lavage fut réunie au liquide et le tout concentré à 60° de température dans le vide produit à l'aide d'une pompe pneumatique. Le sirop, versé dans deux litres d'alcool à 34° Cartier (86°,2 centigrades), abandonna 0gr,95 de matière gommeuse, qui fut recueillie et lavée à l'alcool. L'alcool de lavage fut réuni et le sirop concentré également dans le vide, avec la précaution d'abaisser graduellement la température. La masse prit l'état solide dans la cornue qui avait servi à la cuite, mais M. Avequin la laissa à elle-même pendant un mois, après quoi il sépara le sucre solide du sucre liquide, à l'aide de l'alcool à 42° Cartier (97°,7 centigrades). Il trouva 119gr,05 du premier et 48gr,95 du second.

Il y a une objection grave à faire au procédé dont nous venons d'indiquer les phases... M. Avequin, sachant que le vesou est *toujours* acide, aurait dû neutraliser cette acidité par la craie pulvérisée, ou autrement, afin d'éviter un reproche assez sérieux. On peut, en effet, arguer de la réaction acide non neutralisée contre la valeur du chiffre qu'il assigne au sucre

ncristallisable, et que nous avons rapporté plus haut. L'action de la chaleur réunie à celle des acides est une cause puissante de transformation et de dégénérescence, qu'il fallait éviter à tout prix. En présence de cet oubli, on est obligé de n'accepter qu'avec la plus grande réserve les chiffres différentiels indiqués par M. Avequin relativement aux deux sucres, et il est très-probable que la quantité de mélasse indiquée par cet observateur est beaucoup plus élevée qu'elle ne devrait l'être.

Nous émettons, d'ailleurs, cette opinion sous toutes réserves, car, si nous ne croyons pas admissible, *à priori*, l'assertion générale de M. Péligot au sujet de la non-préexistence du sucre incristallisable, nous pensons, d'un autre côté, que les expériences de M. Avequin ne peuvent être apportées comme preuve décisive contre les idées du chimiste français.

Procédé suivi par M. Plagne. — 1° On plaça dans une cornue 4000 grammes de vesou sortant du moulin, et ce vesou fut porté à l'ébullition. On retira 5 centimètres cubes d'acide carbonique dû à un commencement de mouvement fermentatif, et l'action de la chaleur produisit la séparation de la plus grande partie de l'albumine et de la cérine?

2° Traitement par la chaux pour séparer le reste de l'albumine et de la cérine à l'état de combinaison calcaire? Filtration; traitement par le noir d'os.

3° Évaporation rapide du vesou filtré, sur une grande surface chauffée à la vapeur libre, sous la pression atmosphérique de 0,76.

4° Traitement du sirop refroidi par l'alcool à 814 de densité. La plus grande partie du sirop se dissout; cependant, il se précipite une quantité notable de petits cristaux de sucre très-blanc, et d'une matière particulière blanchâtre et floconneuse.

5° La solution alcoolique rapidement évaporée jusqu'à cuite, à une basse température, est mise en forme dans un entonnoir de verre, égoutté et lavé avec l'alcool à 814.

6° Le sirop d'égout et l'alcool de lavage mêlés, filtrés sur le noir, sont recuits et soumis à une deuxième cristallisation. Une troisième opération pareille donne encore des cristaux. Enfin de 50 grammes de sirop restant, M. Plagne retire encore 14 grammes de cristaux de sucre, et, en tout, la quantité extraite monte à 832 grammes. (Expertise à la Martinique, 1826. Rapport du 22 décembre 1827.)

Ce procédé est fort simple et consiste principalement dans l'extraction du sucre par l'alcool aqueux et l'évaporation rapide sur de larges surfaces à la vapeur libre. M. Plagne insiste sur la nécessité de l'emploi du noir pour détruire une matière blanchâtre qu'il regarde comme une cause puissante d'altération pour le sucre et sur laquelle nous reviendrons.

Ici, M. Plagne ayant neutralisé le vesou, son procédé n'encourt pas le reproche que nous avons fait à celui de M. Avequin ; mais il justifie encore l'opinion que nous avons formulée au sujet de la mélasse. M. Plagne neutralise le vesou, et il retire 832 grammes de cristaux et 36 grammes de mélasse.

Nous pourrions attribuer ce peu de sirop à l'action seule de la chaleur, ou à cette action d'abord et à l'existence simultanée des deux sucres. Nous penchons à ne voir ici que la chaleur comme cause productrice du sucre incristallisable, mais M. Plagne a opéré dans une saison et sur des cannes exceptionnelles, de même que M. Péligot, et nous ne pouvons regarder ses conclusions comme plus définitives. Que l'on opère avec plus ou moins de soin, que les faits d'une expérience individuelle soient exacts, nous ne le contestons pas le moins du monde, mais nous trouvons que l'on a été beaucoup trop loin dans les conséquences que l'on a cherché à faire ressortir de ces faits isolés. De ce que, dans deux séries d'expériences, faites sur des matières premières données, on ait trouvé 20 pour 100 de sucre dans le vesou et peu ou point de mélasse, cela ne prouve rien au delà, et l'on n'est pas en droit d'en conclure que d'autres matières premières, dans des circonstances différentes, donneront des résultats semblables.

Acceptons le fait, mais évitons de le généraliser avant que l'expérience complète ait dit son dernier mot, si nous voulons éviter les mécomptes de l'exagération.

CHAPITRE III.

SACCHARIMÉTRIE.

La *saccharimétrie* a pour objet de déterminer la nature et la quantité du sucre contenu dans un liquide donné.

L'importance de la saccharimétrie est incontestable, et, sans un moyen d'appréciation sérieuse, le fabricant serait exposé à des mécomptes ruineux. Ainsi, pour n'en citer qu'un exemple, la campagne de 1857-1858 eût été moins désastreuse pour nombre de sucriers, s'ils avaient basé leurs opérations sur la saccharimétrie. En effet, il vaut mieux ne pas faire de sucre que de le faire à perte, et lorsque la culture présente au fabricant des betteraves à l'achat, il ne doit les acheter et les payer qu'à proportion du sucre réel que ces racines renferment.

Nous en dirons autant de toute autre plante saccharine.

Les fermiers du nord de la France avaient *poussé* leurs betteraves au volume et au poids, par une fumure excessive, ce qui est la mesure la plus contraire à la production de la matière sucrée; il en résulta tout simplement que 1000 kilogrammes de racines, au lieu de contenir 100 kilogrammes de sucre, n'en contenaient que 50 ou 60 kilogrammes et moins encore peut-être. Les prix furent tenus fermes par la culture, et les fabricants, placés dans une impasse, durent acheter trop cher une matière première de mauvaise qualité, fort pauvre en sucre, et de plus se travaillant mal.

Les catastrophes commerciales et la dépréciation des sucres auraient pu être évitées par une simple mesure de sens commun, que les fabricants auraient dû adopter tous, d'un commun accord, savoir, l'achat de la matière première selon un tarif prévu, basé sur la contenance réelle des racines en sucre cristallisable. Ajoutons même que ce moyen est le seul à l'aide duquel la culture et la fabrication puissent se sauvegarder réciproquement contre la tendance au mauvais vouloir mutuel et les exigences qui en résultent souvent.

La saccharimétrie se pratique par deux méthodes différentes, dont les données pourraient, à la rigueur, se servir de contrôle : l'une, basée sur diverses réactions chimiques, porte

le nom de *saccharimétrie chimique;* l'autre, fondée sur les lois qui régissent la lumière, se nomme *saccharimétrie optique.*

Nous allons entrer, à cet égard, dans les détails nécessaires.

SACCHARIMÉTRIE CHIMIQUE.

Nous connaissons déjà quelques réactions du sucre et nous savons quelle est la manière dont ce principe immédiat agit en présence de plusieurs corps. C'est principalement son *pouvoir réducteur* qui a été mis à profit par les chimistes pour en constater l'existence et la quantité.

Lorsque deux corps oxygénés sont mis en relation, soit qu'on les soumette à la chaleur dans un creuset, soit, dans quelques circonstances, qu'on porte à l'ébullition leurs dissolutions mélangées, il peut se produire des phénomènes remarquables, selon que l'un d'eux est plus avide d'oxygène que l'autre n'offre d'énergie à le retenir. Ainsi, par exemple, le sucre s'empare aisément d'un excès d'oxygène, qui le fait passer à l'état d'*acide oxalique*, d'*acide ulmique*, d'*acide humique*, d'*acide formique*, etc. : les sels de cuivre cèdent avec facilité une partie de leur oxygène au sucre, et ils tombent dans un état d'oxydation moindre. Ils sont *réduits par le sucre*, qui leur enlève de l'oxygène. Il en est de même de l'acide azotique, lequel ne forme de l'acide oxalique avec le sucre qu'en passant lui-même à l'état d'acide hypoazotique moins oxygéné.

C'est de la même manière que le charbon enlève l'oxygène à divers corps, en devenant lui-même de l'oxyde de carbone ou de l'acide carbonique. On dit qu'il *réduit* ces corps, qu'il est un bon *agent réducteur*. En règle générale, les substances avides d'oxygène sont considérées comme douées du *pouvoir réducteur*, et les corps qui perdent facilement l'oxygène sont dits *oxydants* ou *oxygénants*.

Ces généralités posées, il nous sera plus aisé de comprendre les procédés de la saccharimétrie chimique.

Procédé Maumené. — On sait depuis longtemps que le sucre est changé par le chlore et les chlorures en une substance noire d'une nature particulière. Il est vraisemblable que, dans cette réaction, le chlore s'empare d'une partie de l'hydrogène du sucre, et qu'il reste une matière beaucoup plus oxydée,

très-analogue à l'ulmine, etc. Les perchlorures produisent ce phénomène de la manière la plus nette.

C'est de ce fait que M. Maumené a tiré parti pour proposer l'adoption d'un procédé susceptible de faire reconnaître la présence du sucre. Mais, pour rester dans le vrai, il convient de se rappeler que ce procédé ne donne aucune indication sur la *nature* du sucre contenu dans la liqueur examinée. Il sert à constater qu'elle contient un sucre, et c'est tout ce qu'on peut en attendre.

Voici ce qu'il faut faire pour obtenir ce résultat.

On fait dissoudre 20 grammes de *bichlorure d'étain* dans 40 ou 50 grammes d'eau distillée, puis on trempe dans le liquide ainsi préparé un morceau de mérinos blanc, que l'on y maintient pendant cinq minutes. Le mérinos est ensuite séché à 100° sur un autre morceau de même étoffe, placé sur une assiette que l'on a disposée au-dessus d'un vase contenant de l'eau bouillante.

On divise ensuite le mérinos chloruré en petits carrés ou en bandelettes et on le conserve pour l'usage.

Lorsqu'on soupçonne la présence du sucre dans un liquide, on en fait tomber une goutte sur un petit morceau de mérinos préparé, que l'on expose ensuite au-dessus d'un charbon ardent. Au bout d'une minute, l'étoffe noircit, si la liqueur renferme du sucre.

Ce procédé peut donner une indication utile dans plusieurs cas, en ce sens qu'il permet de suspendre ou de continuer des recherches ultérieures plus précises et plus exactes. Nous en conseillons donc l'emploi à toutes les personnes qui ont à faire des investigations sur les plantes saccharines ou supposées telles ; mais elles ne doivent pas perdre de vue que ce moyen ne donne qu'un indice, et qu'il faut absolument compléter par un procédé spécial.

Il en est de même d'un grand nombre de procédés ou méthodes, qui ne sont, à vrai dire, que des indications et des indices, plutôt que des démonstrations.

Procédé Elsner. — M. Elsner a été conduit à indiquer l'emploi de l'*acide arsénique* pour l'essai des matières sucrées. Nous rapportons sommairement les données qui résultent de ses observations, uniquement afin de compléter les notions que nous exposons sur l'application de la chimie à la saccharimétrie.

1° La solution d'acide arsénique mélangée avec celle de *sucre prismatique* (sucre de canne), de *sucre de raisin*, de *sucre de fécule*, prend, au bout de cinq ou six heures, et quelquefois plus rapidement, une belle couleur rose, passant graduellement au pourpre groseille, puis, après une douzaine de jours, au rouge brun.

2° Le *sucre des diabétiques* impur ne produit aucun changement de teinte.

3° Le *sucre de lait* donne, au bout de cinq ou six heures, une coloration brune rougeâtre.

4° La *mannite* prend, dans les mêmes circonstances, une teinte rouge brique prononcée.

5° La *glycyrrhizine* et la *glycérine* ne donnent lieu à aucun phénomène de ce genre avec la solution d'acide arsénique.

Observation. — Comme il est facile de s'en rendre compte, la réaction de l'acide arsénique n'offre pas une grande valeur pour le praticien ; elle permet, à la vérité, de constater la présence du sucre prismatique, de celui de fécule ou de celui de raisin, du sucre de lait ou de la mannite, mais elle ne donne aucun caractère différentiel pour les trois premiers, et elle n'indique pas la présence du sucre des diabétiques impur.

Ce moyen est donc tout à fait incomplet et la pratique sucrière ne peut en tirer nul avantage. Il n'en est pas ainsi, heureusement, du procédé, basé sur la réduction du liquide cuivrique, connu sous le nom de liqueur de Bareswill, et l'on peut en déduire des conséquences suffisamment exactes.

Autre procédé. — On peut encore se rendre compte de la présence du sucre mamelonné par le procédé suivant :

On fait dissoudre 2 ou 3 grammes de carbonate de soude dans 50 ou 60 grammes d'eau ordinaire, et l'on ajoute à la liqueur 1 ou 2 grammes de sous-azotate de bismuth, puis la solution sucrée à essayer.

On porte à l'ébullition dans une petite capsule sur la lampe à alcool.

Dans le cas de la présence du sucre mamelonné, le bismuth se précipite, réduit en poudre noire. Cette réaction n'ayant pas lieu en présence du sucre de canne ou prismatique, on peut en tirer des indications utiles pour différencier ces deux sucres.

Il est également digne d'observation que cette réaction n'est

pas empêchée par l'*acide urique*, l'*urée* ou les sels de l'urine, sur lesquels le sous-azotate de bismuth n'agit pas ; il en résulte que l'on peut employer ce procédé pour constater la présence du sucre diabétique dans l'urine, pour vérifier si un jus de plante contient du sucre mamelonné, etc.

Réductions diverses. — Si l'on fait bouillir une dissolution de sucre avec la dissolution de certains sels métalliques, ils sont *réduits* par le sucre, qui leur enlève la totalité ou une partie de l'oxygène uni au métal.

Dans certains cas, le métal, privé d'oxygène, est précipité à l'état de poudre impalpable; quelquefois, il se dépose un oxyde moins oxygéné que celui qui existait dans le sel employé comme réactif; enfin, il arrive que les sels d'oxydes métalliques sont simplement changés en sels d'oxydes moins oxygénés qu'auparavant.

Dans toutes ces réactions, le sucre s'empare d'une partie ou de la totalité de l'oxygène des oxydes métalliques, et il se produit des corps complexes, résultat de l'oxydation de la matière sucrée, tels que les acides formique, carbonique, etc.

1° Si l'on fait dissoudre du tartrate de protoxyde de cuivre (CuO) dans une dissolution de potasse, et qu'on porte le liquide à l'ébullition après y avoir ajouté la solution sucrée à essayer, il se précipitera du sous-oxyde rouge de cuivre (Cu^2O) si la liqueur renferme des traces de glycose.

Ici le sucre s'est emparé de la moitié de l'oxygène de l'oxyde cuivrique, il s'est formé du tartrate de potasse et dégagé de l'acide carbonique.

On peut se servir de cette réaction pour déceler les moindres traces de sucre de fécule dans les sirops, mélasses, etc., cette réaction n'ayant pas lieu en présence du sucre de canne seul.

2° Si l'on porte à l'ébullition une dissolution de sucre de canne mélangée d'une dissolution d'acétate de cuivre, il se précipite également de l'oxydule de cuivre. La liqueur retient de l'acétate de sous-oxyde cuivrique.

3° Si l'on a employé la dissolution de sulfate de cuivre, il se précipite du cuivre métallique.

4° Dans les mêmes circonstances, l'azotate de protoxyde de cuivre est transformé en azotate de sous-oxyde, et il se précipite aussi du cuivre métallique.

5° Le chlorure d'or, les azotates d'argent et de mercure abandonnent leur métal, en présence d'une dissolution de sucre, à la température de l'ébullition.

Procédé Bareswill. — Nous avons vu tout à l'heure que le tartrate de cuivre dissous dans la potasse précipitait du sous-oxyde de cuivre à l'état de poudre rougeâtre, à la température de l'ébullition, en présence du glycose...

Cette réaction, dont la connaissance est due à Frommherz, est d'autant plus nette que la dissolution cuivrique jouit d'un pouvoir colorant très-considérable ; on peut, avec elle, reconnaître et distinguer de très-faibles proportions de glycose, le sucre prismatique ne donnant pas les mêmes résultats et ne précipitant pas les sels de cuivre en présence de la potasse.

Nous savons, d'autre part, que les acides minéraux transforment facilement le sucre prismatique en glycose, et plus rapidement à la température de l'ébullition.

Ces deux phénomènes sont le point de départ du procédé saccharimétrique de M. Bareswill.

On commence par préparer de la manière suivante la liqueur d'essai ou liqueur saccharimétrique.

On fait dissoudre à chaud 50 grammes de crème de tartre pure (*bitartrate de potasse*) et 40 grammes de carbonate de soude dans un tiers de litre d'eau ; on ajoute ensuite 30 grammes de sulfate de cuivre cristallisé, pulvérisé, et l'on fait bouillir jusqu'à dissolution. La liqueur étant refroidie, on y mêle 40 grammes de potasse à l'alcool dissoute dans un quart de litre d'eau. Cela fait, on filtre et l'on ajoute assez d'eau distillée pour obtenir 1 litre de liqueur. Cette préparation, d'une couleur bleue intense, se conserve très-bien dans une bouteille bleue ou violette, à l'abri de la lumière.

Il y a deux manières de la titrer.

1° Faites dissoudre à chaud 1 gramme de sucre de raisin dans 100 grammes d'eau distillée. Vous avez versé de la liqueur saccharimétrique dans une burette graduée ; versez goutte à goutte cette liqueur dans la dissolution bouillante de sucre de raisin, jusqu'à ce qu'une goutte de plus suffise pour donner un peu de coloration. Lisez alors le nombre des divisions de la burette que vous avez versées, et vous aurez le volume de liqueur saccharimétrique répondant à 1 gramme de sucre de raisin ou de glycose.

Inscrivez ce nombre sur l'étiquette du flacon.

Cette quantité de liqueur saccharimétrique, étendue d'eau distillée en proportion convenable et portée à l'ébullition, sera exactement décolorée par toute quantité de dissolution sucrée équivalente à 1 gramme de glycose.

2° Supposons maintenant que, par l'expérience précédente, nous avons trouvé qu'il faut 25 centimètres cubes de la dissolution cuivrique pour saturer exactement 1 gramme de sucre de raisin, c'est-à-dire que 1 gramme de glycose décolore exactement ces 25 centimètres cubes, il nous suffira d'ajouter 75 centimètres cubes d'eau distillée à cette dissolution pour la ramener à 100 centimètres cubes qui seront décolorés par la dissolution de 1 gramme de glycose.

Notre liqueur d'essai sera ainsi portée au titre centésimal et nous pourrons apprécier les centigrammes de sucre.

Un litre de liqueur d'essai, dont il faut 25 centimètres cubes pour saturer 1 gramme de sucre de raisin, sera additionné de trois litres d'eau distillée pour être ramené au titre centésimal.

Le liquide sucré à essayer qui exigera 115 centimètres cubes de la liqueur d'essai contiendra 1gr,15 de glycose.

Le titre centésimal est le plus commode, puisqu'il évite tout calcul et qu'on n'a besoin pour connaître la contenance en glycose du liquide sucré, que de lire sur la burette graduée le nombre de centimètres cubes versés de la solution sucrée ou de la liqueur saccharimétrique.

Il y a deux manières de procéder.

1° On place dans une capsule de porcelaine, au-dessus de la lampe à alcool, 100 centimètres cubes de la liqueur saccharimétrique à 100°, ou au titre centésimal, et l'on ajoute, lorsque l'ébullition commence, la dissolution sucrée à essayer. Cette liqueur est placée dans une burette graduée, et on la verse goutte à goutte en agitant. On cesse de verser lorsque la décoloration exacte est obtenue. Le volume de solution sucrée qui a produit cette décoloration contient 1 gramme de sucre.

Supposons que nous ayons été obligés de verser 20 centimètres cubes de la dissolution, pour décolorer les 100 centimètres cubes de liqueur d'essai, nous en conclurons que la solution sucrée à essayer renferme 50 grammes de glycose par litre.

C'est de cette manière que nous avons trouvé qu'on falsifie les mélasses du commerce, dites *raffinées,* destinées à l'alimentation, avec une proportion de sucre de fécule, variant de 10 à 20 et plus pour 100.

2° On place dans la capsule la liqueur sucrée à essayer, si l'on n'en a qu'une petite quantité, ou, si l'on veut des résultats plus précis, après avoir eu soin d'en noter exactement le volume. On porte à l'ébullition, puis on verse goutte à goutte la liqueur d'essai à l'aide d'une burette graduée, en agitant le mélange. On s'arrête lorsqu'il apparaît un commencement de coloration bleue.

Supposons qu'on ait opéré sur 100 centimètres cubes de liqueur sucrée et qu'on ait été obligé d'y verser 125 centimètres cubes de liquide cuivrique pour arriver au résultat indiqué, on en conclura que la solution sucrée renferme $12^{gr},50$ de glycose par litre, ou $1^{gr},25$ par décilitre.

On voit qu'il est aisé de reconnaître la proportion du glycose renfermé dans une solution sucrée; il n'est pas moins aisé d'apprécier celle du sucre de canne qui s'y trouve mélangée.

Pour cela, on commence par chercher combien la solution sucrée renferme de glycose; supposons que l'on ait trouvé 10 pour 100 ou 100 grammes par litre : on prendra 150 centimètres cubes de la liqueur sucrée et on la fera bouillir pendant deux minutes avec 4 grammes d'acide chlorhydrique. Cela fait on neutralisera l'acide par la craie et l'on filtrera la liqueur. On en mesurera 100 centimètres cubes, que l'on essayera de nouveau par la liqueur saccharimétrique; supposons que l'on trouve cette fois 45 pour 100 ou 450 grammes par litre, nous en conclurons que la liqueur essayée renferme :

1° 10 pour 100 de glycose; 2° l'équivalent de 35 pour 100 de glycose en sucre de canne.

Il ne nous sera pas difficile d'apprécier cet équivalent, si nous nous rappelons les formules de ces deux sucres. Nous savons que le sucre prismatique $C^{12}H^{11}O^{11}$ a pour chiffre équivalent 2137,50 et que le glycose $C^{12}H^{14}O^{14}$ a pour équivalent 2475.

Cela nous conduit à la proportion :

$$2475 : 2137,5 :: 35 : x = 30,227$$

D'où nous concluons que la solution sucrée à essayer ren-

ferme 10 pour 100 de glycose et 30,227 pour 100 de sucre de canne.

Table des équivalents du glycose et du sucre prismatique.

SUCRE PRISMATIQUE.	GLYCOSE.	SUCRE PRISMATIQUE.	GLYCOSE.
0gr,2154	0gr,25	7gr,772727...	9gr.
0 ,4318	0 ,50	8 ,636363...	10
0 ,64681	0 ,75	9 ,50	11
0 ,863636	1 »	10 ,36363636...	12
1 ,72727	2 »	11 ,2272727...	13
2 ,6909	3 »	12 ,090909...	14
3 ,454545	4 »	12 ,954545...	15
4 ,31818	5 »	13 ,81818...	16
5 ,181818	6 »	14 ,681818...	17
6 ,8454545	7 »	15 ,54545...	18
7 ,9090909	8 »	16 ,40909...	19
		17 ,272727...	20

Si, par exemple, on rencontre une dissolution sucrée dans laquelle on trouve 7 de glycose avant le traitement par l'acide [1], et 19 après ce traitement, sur 100 centimètres cubes de liqueur, en retranchant 7 de 19, on trouvera 12 pour le chiffre de glycose répondant au sucre prismatique contenu dans la solution. La table précédente nous donne 11,227 pour le poids de ce sucre :

Nous aurons donc en somme :

Sucre glycose................	7
Sucre prismatique............	11,227
Ensemble............	18,227

dans 100 parties de la solution en volume, et nous saurons à quoi nous en tenir sur la valeur réelle de la liqueur essayée.

Il peut se faire que la solution sucrée soit très-colorée... Dans ce cas, on y verse de la solution de sous-acétate de plomb jusqu'à décoloration; on filtre, on précipite le plomb en excès

[1] On donne le nom d'*inversion* au traitement du sucre prismatique par les acides, parce que cette réaction fait dévier dans un autre sens le plan de polarisation, qui est ainsi *interverti*... On appelle également *liqueur intervertie*, *sucre interverti*, la solution sucrée et le sucre qui ont été soumis à cette action.

par une solution de sulfate de soude qui forme du sulfate de plomb et de l'acétate de soude ; on filtre encore, puis on essaye la liqueur par le réactif. Il faut observer de tenir note exacte des quantités ajoutées.

Exemple. — Dans 100 centimètres cubes de solution sucrée, on a versé, pour la décoloration, 60 centimètres de solution d'acétate de plomb. Après filtration, on a dû ajouter 40 centimètres de dissolution de sulfate de soude ; on a donc doublé le volume de la dissolution primitive.

Si maintenant on soumet à la liqueur d'essai 100 centimètres de la dissolution décolorée, on ne devra compter, dans le calcul, ces 100 centimètres que pour la moitié, ou 50 centimètres cubes de la liqueur donnée.

Nous trouvons que les 100 centimètres contiennent, après décoloration, 4 de glycose et 8 de sucre de canne : c'est la valeur réelle de 50 centimètres, et nous devons doubler le résultat pour l'attribuer à 100 parties en volume, lesquelles tiendront 8 de glycose et 16 de sucre prismatique.

Les détails qui précèdent suffisent pour que l'on puisse exécuter facilement le procédé de M. Bareswill et apprécier convenablement la valeur d'un jus ou d'un moût sucré.

Autre procédé. — Voici un procédé dont nous conseillons l'emploi habituel aux fabricants de sucre, et dont nous avons eu constamment à nous louer dans les nombreuses recherches que nous avons faites sur le sucre de canne. On prend 150 centimètres cubes du jus à essayer, et l'on jette sur un filtre, après l'avoir portée à l'ébullition pendant une minute, la liqueur additionnée d'un peu de craie en poudre [1]. On prend 100 centimètres cubes (1 décilitre) de cette liqueur filtrée, et l'on y verse de l'acétate neutre de plomb en dissolution dans l'eau. On ajoute alors au liquide un léger excès d'ammoniaque et l'on jette le tout sur un filtre taré. On lave le dépôt à deux ou trois reprises, on fait sécher le filtre et son contenu sur une assiette exposée à la vapeur de l'eau bouillante, et l'on en prend le poids après dessiccation. Soit 1gr,50 le poids du filtre, 22 grammes celui du filtre desséché avec le dépôt précipité par l'ammoniaque, il est facile de savoir quelle est

[1] L'addition de la craie n'est nécessaire que pour les moûts à réaction acide.

la quantité de sucre prismatique correspondante. Nous savons, en effet, que le sucrate de plomb renferme 45,22 de sucre pour 100; nous aurons donc la proportion :

$$100 : 45{,}22 :: 22 - 1{,}50\ (= 20{,}50) : x = 9{,}27.$$

Le jus essayé renfermera 9gr,27 de *sucre cristallisable* par décilitre, ou 92gr,7 par litre. L'ammoniaque ne déterminant de précipité dans l'acétate de plomb qu'après un temps assez long, le dépôt obtenu est entièrement formé de sucrate plombique. Ce procédé offre l'avantage d'éclairer immédiatement sur la proportion du sucre réel contenu dans les jus. Il n'y aurait de chances d'erreur notable que dans le cas de la présence du glycose, qui précipite également par la présence de l'acétate de plomb ammoniacal. Il est évident que l'on devrait répéter la filtration avant l'addition de l'ammoniaque, si l'acétate de plomb avait troublé la liqueur.

SACCHARIMÉTRIE OPTIQUE.

On donne le nom de saccharimétrie optique à l'ensemble des procédés qui ont pour but de déterminer la nature et la proportion du sucre contenu dans une dissolution, d'après les changements imprimés à la lumière par une colonne de dissolution sucrée.

Les divers phénomènes qui ont servi de base à la saccharimétrie optique font partie d'un groupe de faits connus sous le nom de *polarisation circulaire* des rayons lumineux, et observés avec le plus grand soin par M. Biot, qui en a tracé les circonstances et les lois générales. Nous croyons devoir faire précéder la description des procédés de la saccharimétrie optique par l'exposé sommaire des faits relatifs à la polarisation.

Notions générales. — Sans entrer dans aucune théorie sur l'origine et la source de la lumière, ce qui ne nous servirait absolument à rien, nous allons transcrire succinctement ici les principes généraux d'optique qui peuvent nous conduire à l'intelligence des faits saccharimétriques.

Un rayon lumineux, émanant du soleil, par exemple, se décompose en sept rayons diversement colorés, lorsqu'on le

fait passer à travers un prisme dans une chambre noire. C'est ce qu'on appelle *spectre solaire*.

Les couleurs du spectre sont rangées dans l'ordre suivant : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet. D'après des observations récentes, ces sept couleurs devraient être ramenées aux trois primitives : rouge, jaune et bleu... Quoi qu'il en soit, un seul rayon de lumière blanche est décomposable comme il vient d'être dit et peut-être en un plus grand nombre de nuances intermédiaires.

Le rayon suit une direction rectiligne lorsqu'il traverse des milieux transparents homogènes ; mais lorsqu'il arrive à rencontrer une surface polie, il est *réfléchi*, c'est-à-dire renvoyé dans une autre direction. Quand le rayon passe d'un milieu transparent dans un autre, sans se *réfléchir* à la surface intermédiaire, il change de direction et se *réfracte*.

Le rayon lumineux perd de son intensité à mesure qu'il s'éloigne de la source, et ce, en raison directe du carré de la distance déjà parcourue.

Quand un faisceau de rayons lumineux tombe sur une surface, une partie des rayons se *réfléchit*, une autre se *dissémine* ou s'éparpille, et le reste *s'éteint*. En général, il y a d'autant plus de rayons réfléchis qu'ils tombent plus obliquement sur la surface réfléchissante. Ils se disséminent d'autant plus que leur chute ou incidence est plus perpendiculaire...; ils sont alors réfléchis très-irrégulièrement.

Comme conséquence de ce qui précède, l'intensité de la lumière réfléchie est d'autant moins forte que l'incidence a lieu plus près de la perpendiculaire, sans toutefois qu'elle soit jamais nulle à l'angle 0°. Ajoutons que cette intensité de la lumière réfléchie dépend encore et du milieu traversé et de la nature de la surface réfléchissante.

On voit donc que les phénomènes d'optique ou relatifs à la lumière se groupent en deux ordres : ceux relatifs à la *réflexion* des rayons lumineux (*catoptrique*), et ceux relatifs à leur *réfraction* (*dioptrique*).

Réflexion. — La réflexion des rayons lumineux est soumise à deux lois principales, que nous nous bornons à émettre :

1° Le rayon incident et le rayon réfléchi sont toujours compris dans le même plan.

Le plan dans lequel ces rayons sont compris est perpendi-

culaire à la surface réfléchissante, si celle-ci est plane; mais il passe par la normale menée au point de réflexion, si la surface réfléchissante est courbe.

2° L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence.

Réfraction. — La réfraction d'un rayon lumineux a lieu toutes les fois que, passant d'un milieu dans un autre, sans se réfléchir à la surface intermédiaire, il change de direction dans ce second milieu.

On donne le nom d'*angle de réfraction* à l'angle formé par le rayon réfracté avec le prolongement de la perpendiculaire normale élevée sur le plan d'incidence, au point où le rayon rencontre le milieu réfringent.

La réfraction est *simple* ou *double;* elle est simple, quand le rayon incident, en pénétrant dans le milieu réfringent, ne donne naissance qu'à un rayon réfracté; elle est double, quand il se décompose en deux rayons réfractés.

Voici le résumé des lois générales de la *simple réfraction :*

1° Le plan de réfraction coïncide toujours avec le plan d'incidence; il n'en est, en quelque sorte, que le prolongement.

2° Le rapport du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de réfraction est ce qu'on appelle l'*indice de réfraction* d'un corps; il est constant pour les mêmes milieux, et il s'obtient en divisant le sinus d'incidence par le sinus de réfraction. Soit l'indice de réfraction n, on aura la formule générale : $\frac{\sin i}{\sin r} = n$. Un corps donné est d'autant plus réfringent que son indice de réfraction est plus considérable; ainsi, prenant l'eau pour milieu réfringent, comparativement à l'air pris pour milieu d'incidence, on trouve que le sinus de l'angle d'incidence est à celui de l'angle de réfraction :: 4 : 3; c'est-à-dire qu'un rayon tombant à la surface de l'eau à 60°, par exemple, se réfracterait à 45°, en traversant ce milieu. L'indice de réfraction de l'eau est $\frac{4}{3}$.

La *puissance réfractive* d'un corps est le carré moins 1 de son indice, soit $n^2 - 1$, et le *pouvoir réfringent* est la puissance réfractive divisée par la *densité*, soit $\frac{n^2 - 1}{d}$.

3° Un rayon incident n'est pas réfracté et suit sa direction

rectiligne lorsqu'il tombe perpendiculairement, ou suivant la *normale,* à la surface commune des deux milieux; à partir de l'incidence perpendiculaire, la réfraction est d'autant plus forte que le rayon incident tombe plus obliquement.

4° Le rayon réfracté s'éloigne ou s'approche du prolongement de la perpendiculaire normale; il s'en écarte, lorsque le milieu de réfraction est moins dense que celui d'incidence; il s'en rapproche dans le cas contraire.

Double réfraction. — Les corps *biréfringents,* ou dans lesquels un rayon incident donne naissance à deux rayons réfractés, présentent toujours une ou deux directions dans lesquelles le rayon incident ne se réfracte pas et reste indivisé; ces directions sont les *axes optiques* des corps biréfringents, qui peuvent, par conséquent, être à un ou deux axes.

Dans les corps biréfringents à un seul axe, si le rayon incident ne se dirige pas selon cet axe, et qu'il soit doublement réfracté, l'un des deux rayons réfractés (*rayon ordinaire*) reste soumis aux lois générales de la réfraction simple; l'autre (*rayon extraordinaire*) ne suit plus ces mêmes lois; son plan de réfraction ne coïncide plus avec celui d'incidence, et les sinus d'incidence et de réfraction ne sont plus en rapport constant.

Dans les corps biréfringents à deux axes, les deux rayons sont *extraordinaires*... Le spath d'Islande, la tourmaline, le quartz sont à un axe; le salpêtre, le feldspath, le sucre sont à deux axes.

Polarisation. — Un rayon lumineux incident sur une lame de verre, sous un angle de 35° 25 se relève *polarisé par réflexion.* Il peut également se polariser par *réfraction simple,* en traversant les milieux transparents et non cristallisés, sous une incidence qui varie selon le milieu traversé. Enfin, les deux rayons réfractés sortant d'un corps biréfringent sont polarisés, l'*ordinaire,* dans le plan d'émergence, l'*extraordinaire,* perpendiculairement à ce plan.

Les *propriétés* du rayon polarisé sont les trois suivantes, qui s'enchaînent mutuellement.

1° Le rayon polarisé ne se transmet pas, *il s'éteint,* lorsqu'on le fait arriver perpendiculairement sur une plaque de tourmaline dont l'*axe* est parallèle au *plan de réflexion;* mais à mesure que cet axe approche de la perpendiculaire à ce plan, le rayon se transmet avec une intensité croissante.

2° Le rayon polarisé ne se réfléchit pas lorsqu'il tombe sur une seconde lame de verre sous un angle de 35° 25′, si le plan d'incidence sur cette seconde lame est perpendiculaire au plan d'incidence sur la première. Il se réfléchit, au contraire, partiellement et plus ou moins, dans tout autre plan et sous toute autre incidence.

3° Si l'on fait passer un rayon polarisé à travers un prisme biréfringent, dont la section principale est parallèle ou perpendiculaire au plan de réflexion, ce rayon ne donne qu'une *seule image ;* mais il en produit deux plus ou moins nettes dans toute autre position.

Polarisation circulaire. — Si l'on fait passer un rayon polarisé à travers un cristal biréfringent à un seul axe, taillé perpendiculairement à cet axe, le rayon est transmis non altéré, s'il passe par la normale.

Beaucoup de substances font exception à cette loi, et le plan de polarisation du rayon transmis dévie plus ou moins à droite ou à gauche du plan normal.

C'est à cet ordre de phénomènes que l'on a donné le nom de *polarisation circulaire* ou *rotatoire*, et l'on en a déduit la méthode de la saccharimétrie optique.

On sait que le quartz dévie à droite le plan de polarisation et qu'il forme exception parmi les corps biréfringents à un axe.

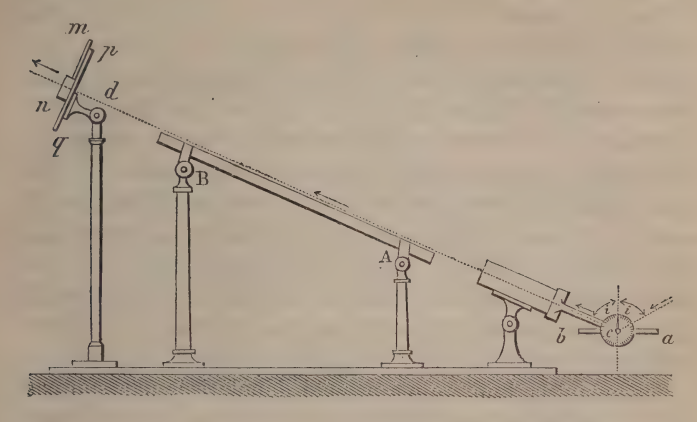
La *dextrine,* le *sucre prismatique,* le *glycose*, le *sucre de lait,* dévient à droite le plan de polarisation; le *sucre de fruits* naturel ou produit par la modification du sucre de canne, la *gomme arabique,* etc., dévient ce même plan à gauche. L'*eau,* l'*alcool,* la *mannite* ne produisent aucune déviation.

Ce qui précède posé en général, nous empruntons au savant M. Regnault les détails suivants relatifs au même objet.

Pour étudier les modifications que subit la lumière polarisée lorsqu'elle traverse divers milieux, on emploie souvent l'appareil suivant (fig. 4) : *ab* est une glace polie, recevant les rayons lumineux sous l'angle de polarisation, et les réfléchissant suivant la ligne *cd;* en *n* se trouve un prisme biréfringent *achromatisé*[1], monté au centre d'une alidade mobile *nm*

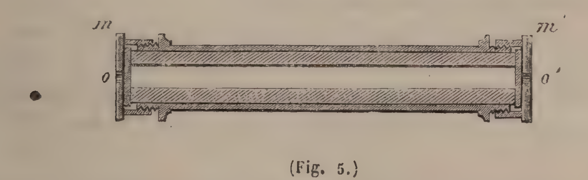
[1] Si l'on regarde un objet à travers un prisme, il paraît bordé de franges colorées. Cet effet est dû à ce que les rayons colorés du spectre n'éprouvent

qui se meut sur un cercle divisé *pq*, perpendiculaire à la ligne *cd'*.



(Fig. 4.)

Le plan de polarisation du rayon réfléchi par la glace est vertical : l'image extraordinaire donnée par le prisme biréfringent s'évanouira donc quand sa section principale sera dans le plan vertical, et l'alidade correspondra alors au zéro de la division. AB est un support sur lequel on peut placer divers milieux transparents qui seront traversés par le rayon polarisé, par exemple, des liquides renfermés dans des tubes. La figure ci-dessous (fig. 5) représente la section longitudinale d'un de ces tubes. Il se compose d'un tube épais en verre, enve-



(Fig. 5.)

loppé ordinairement d'un tube métallique sur lequel se montent les deux viroles *mm'*, qui maintiennent les plaques de

pas la même déviation. On y obvie en accolant des verres doués de pouvoirs réfractifs différents.

On dit alors que l'on a produit l'*achromatisme.*

Un prisme de spath est *achromatisé*, lorsqu'on lui a accolé un prisme de verre, doué de réfraction contraire.

glace fermant le tube à ses deux extrémités. Si l'on place sur le support AB un de ces tubes rempli d'eau, ou d'alcool, ou d'éther, de manière que le rayon de lumière polarisée soit obligé de traverser le liquide avant d'arriver au prisme biréfringent, on reconnaît que ce rayon n'a subi aucune modification essentielle dans ses propriétés par son passage à travers le liquide; il est encore complétement polarisé, et son plan de polarisation est resté vertical. Mais, si l'on substitue à l'eau pure plusieurs autres liquides, par exemple une dissolution de sucre de canne, les propriétés de la lumière polarisée sont complétement modifiées. Ainsi, avant l'interposition du tube renfermant la dissolution sucrée, l'*image extraordinaire* du prisme biréfringent était nulle lorsque l'alidade marquait 0^{0}; cette image reparaît si l'on interpose le tube.

Cependant la lumière n'a pas été dépolarisée par son passage à travers la dissolution sucrée; elle est restée complétement polarisée; mais son plan de polarisation n'est plus vertical; il a dévié d'un certain angle vers la droite de l'observateur qui regarde par le prisme biréfringent; et, en effet, si l'on fait tourner l'alidade vers la droite d'un certain angle α, on fait disparaître complétement l'image extraordinaire.

La dissolution sucrée a donc *dévié vers la droite d'un certain angle α le plan de polarisation de la lumière.*

Si l'on remplit d'une même dissolution sucrée des tubes de longueurs différentes, on reconnaît que *les angles de déviation sont proportionnels aux longueurs des tubes.*

Si l'on remplit un tube de longueur constante, successivement, avec des dissolutions de plus en plus riches en sucre, on trouve que *les angles de déviation α sont proportionnels aux quantités de sucre renfermées dans le même volume de liqueur.*

On peut donc dire, d'une manière plus générale, que *les déviations, ou les rotations du plan de polarisation sont proportionnelles au nombre des molécules sucrées que le rayon lumineux rencontre dans son trajet.*

Soit (α) la déviation qu'un liquide homogène imprime au plan de polarisation du rayon *simple*, en agissant sur lui dans les mêmes circonstances, à travers l'unité d'épaisseur et avec une densité idéale égale à l'unité. La densité devenant δ, sans

que l'énergie de l'action moléculaire change, la déviation, à travers l'unité d'épaisseur, sera $(\alpha) \times \delta$ ou $(\alpha)\,\delta$; puis, la longueur devenant λ pour la même densité, la déviation totale deviendra $(\alpha) \times \lambda \times \delta$ ou $(\alpha)\,\lambda\,\delta$. Si donc α représente la déviation observée expérimentalement, on aura $(\alpha)\,\lambda\delta = \alpha$, d'où $(\alpha) = \frac{\alpha}{\lambda\delta}$.

Cette quantité (α) est caractéristique pour la substance active; elle est la même, à température égale, pour toutes les valeurs de λ et de δ, et l'on peut la considérer comme le *pouvoir rotatoire moléculaire* ou *spécifique* du liquide homogène observé [1].

Nous avons supposé que le rayon polarisé était de la lumière simple : cette condition est difficile à remplir rigoureusement; cependant on y satisfait suffisamment en plaçant, entre le prisme biréfringent et l'œil, un verre rouge coloré par l'oxydule de cuivre, qui ne laisse passer que les rayons rouges et éteint tous les autres.

Lorsque le rayon polarisé est formé de lumière blanche, et qu'il traverse un milieu doué d'un pouvoir rotatoire assez énergique, le faisceau extraordinaire ne s'éteint pour aucune position du prisme biréfringent; les deux faisceaux présentent des couleurs très-belles, qui sont toujours *complémentaires* dans les deux images, c'est-à-dire qui sont telles qu'elles reproduisent de la lumière blanche quand on les superpose...

Au lieu de mesurer les déviations produites par les milieux doués de pouvoir rotatoire sur un même rayon simple, le rouge, par exemple, on peut mesurer les déviations pour lesquelles l'image ordinaire et l'image extraordinaire présentent des teintes identiques. Mais toutes les teintes ne sont pas également propres à une mesure précise, parce qu'elles ne subissent pas toutes des variations également sensibles à l'œil... Les variations de teinte sont le plus sensibles pour une certaine teinte violacée de l'image extraordinaire, parce que, pour peu que l'on détourne l'alidade vers la droite ou vers la gauche,

[1] Il ressort de là qu'on obtient le *pouvoir rotatoire spécifique* d'un liquide observé en divisant la déviation expérimentalement obtenue par le produit de la longueur de la colonne liquide multipliée par sa densité : on satisfait ainsi à la formule $(\alpha) = \frac{\alpha}{\lambda\delta}$.

l'image passe presque soudainement du bleu au rouge, ou du rouge au bleu. Cette teinte particulière a été adoptée par tous les expérimentateurs, et on l'appelle généralement *teinte de passage* ou *teinte sensible* [1].

Passant à l'application des principes d'optique à la saccharimétrie, le même auteur trace les observations et règles suivantes :

On peut déterminer très-exactement, par la mesure des déviations qu'elles produisent sur le plan de polarisation, la quantité de sucre de canne que renferment des dissolutions lorsqu'elles ne contiennent d'ailleurs pas d'autres principes qui dévient le plan de polarisation.

Pour cela, on fait une expérience préparatoire, qui sert de type. On prend un poids connu, par exemple 20 grammes de sucre de canne bien pur, et on les dissout dans une quantité d'eau distillée, telle que la solution occupe un volume déterminé, qui se nomme V. On prend de cette dissolution ce qui est nécessaire pour remplir un tube dont la longueur constante sera par exemple $0^m,3$. Soit N la déviation qui s'observe à travers ce tube, dans les circonstances assignées. Que l'on forme maintenant, avec d'autres poids du même sucre, des solutions d'égal volume V, et qu'on en remplisse le même tube d'épreuve ; si l'on trouve qu'elles y produisent des déviations n, n', n'', les poids de sucre contenus dans le volume V de ces dissolutions seront respectivement 20 gr. $\frac{n}{N}$, 20 gr. $\frac{n'}{N}$, 20 gr. $\frac{n''}{N}$, etc. D'après cela, si le sucre ainsi essayé est impur, mais mêlé seulement de matières dépourvues de pouvoir rotatoire, ces mêmes produits 20 gr. $\frac{n}{N}$, etc., exprimeront le poids *absolu* de sucre pur, contenu dans le poids *brut* qu'on aura employé pour former V.

On peut aussi se servir de tubes de longueurs différentes, et réduire par le calcul les déviations observées à ce qu'elles seraient si on les avait mesurées dans le même tube.

Le sucre des fruits acides tourne à gauche le plan de polarisation ; on peut déterminer par des procédés analogues la

[1] Regnault, *Cours élémentaire de chimie*, t. IV.

quantité de ce sucre qui se trouve, soit dans des dissolutions artificielles de ce sucre, soit dans les sucs des fruits qui ne renferment pas d'autres matières agissant sur le plan de polarisation. Il faudra également déterminer *à priori* son pouvoir rotatoire moléculaire, ou la déviation que produit dans le tube de $0^m,3$ la dissolution renfermant 20 grammes de ce sucre sur un volume de 100 centimètres cubes. Mais il est très-essentiel d'opérer toujours rigoureusement à la même température, car le pouvoir rotatoire moléculaire de cette espèce de sucre varie considérablement avec la température. Le sucre cristallin du raisin et le glycose dévient le plan de polarisation vers la droite; les méthodes précédentes s'appliquent donc parfaitement à déterminer la proportion de ces sucres qui se trouve dans des dissolutions qui ne renferment pas d'autres matières actives.

Lorsque le sucre de canne est mélangé avec du sucre des fruits acides, il est évident que la déviation n observée n'est que la différence entre la déviation n' à droite du sucre de canne, et la déviation n'' à gauche du sucre des fruits acides. On peut, cependant encore, dans ce cas, déterminer les quantités des deux espèces de sucre qui se trouvent dans la dissolution. Après avoir mesuré la déviation n que produit la dissolution mixte, on y ajoute exactement $\frac{1}{10}$ de son volume d'acide chlorhydrique; on mélange bien des liqueurs, puis on les maintient pendant dix minutes à une température de 60° à 70°; le sucre de canne se change ainsi complétement en sucre tournant à gauche. Après avoir ramené la température exactement à 15°, on observe de nouveau la déviation n de la nouvelle dissolution; elle se compose maintenant de la déviation n'' du sucre primitif des fruits acides, et de la déviation n' du sucre interverti produit par le sucre de canne; mais l'état de saturation de la liqueur a changé par l'addition de l'acide chlorhydrique, et, pour en tenir compte, il faut remplacer la déviation observée n, par la déviation $\frac{10}{9}n$, qui aurait été observée si on n'avait pas été obligé, pour produire l'inversion, d'ajouter l'acide.

On a évidemment, en admettant qu'une quantité de sucre de canne produisant une déviation n' à droite donne une

quantité de sucre de fruits acides déviant de Kn' à gauche :

$$n = n' - n'', \quad \frac{10}{9} n_1 = n'' + Kn'.$$

Ces deux équations suffisent pour déterminer les déviations inconnues n' et n'', d'après lesquelles on peut calculer les proportions des deux espèces de sucre. Le coefficient de proportionnalité K se détermine, une fois pour toutes, par une expérience d'épreuves faite avec du sucre de canne cristallisé très-pur, à la température à laquelle on se propose d'effectuer les essais.

Si le sucre de canne était mêlé à du sucre de raisin ou à du glycose, on observerait encore la rotation de la dissolution. Cette rotation n serait la somme des rotations séparées n' et n'' du sucre de canne et du glycose. On ferait ensuite chauffer la liqueur avec $\frac{1}{10}$ de son volume d'acide chlorhydrique; le sucre de canne se changerait seul en sucre tournant à gauche, le glycose resterait inaltéré. Soit n' la rotation de la nouvelle liqueur dans un tube de même liqueur, nous aurons pour déterminer les inconnues n', n'', les deux relations

$$n = n' + n'', \quad \frac{10}{9} n_1 = n'' - Kn'.$$

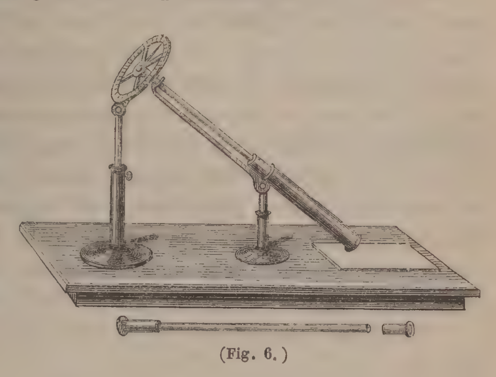
Si le glycose était mélangé avec du sucre de fruits, le problème resterait indéterminé, parce qu'aucun de ces deux sucres ne peut être interverti dans son action sur le plan de polarisation.

Ces méthodes peuvent être employées avec succès pour doser, dans des dissolutions, plusieurs autres substances qui dévient le plan de polarisation, et pour étudier sur ces substances des phénomènes chimiques qui seraient difficilement abordables par nos méthodes chimiques ordinaires.

L'appareil que nous avons décrit est le plus simple que l'on puisse employer; mais il exige qu'on opère dans une chambre obscure. On a imaginé diverses autres constructions mobiles, qui permettent d'opérer avec la lumière d'une lampe, et d'obtenir néanmoins une précision suffisante pour les analyses techniques. Mais il suffit, pour notre but, d'avoir indiqué le principe de ces méthodes, et d'avoir fait entrevoir le parti

qu'on peut en tirer dans un grand nombre de recherches chimiques [1].

Procédé de M. Biot. — L'appareil de M. Biot se compose d'un tube analogue à celui de la figure 5, dans lequel doit être renfermé le liquide à examiner, d'un verre rouge coloré par l'oxyde de cuivre, d'un prisme de spath calcaire *achromatisé,* fixé sur une aiguille ou alidade mobile au centre d'un cercle gradué et d'une glace noire polie (fig. 6).



(Fig. 6.)

La glace repose horizontalement sur une table et reçoit la lumière d'un ciel sans nuages ; on a soin que l'appareil soit placé dans une chambre obscure et que la glace seule soit exposée à la lumière. Le tube renfermant la dissolution à examiner est incliné à 35° 25′ sur le plan de la glace ; entre celle-ci et ce tube, on place le verre rouge qui ne laisse passer que le rayon rouge ; l'extrémité inférieure du tube repose sur un tube plus large noirci à l'intérieur et la partie supérieure se trouve auprès du prisme achromatisé.

Quelques explications vont faire comprendre le procédé à suivre.

Nous savons que la lumière se polarise lorsqu'on la fait réfléchir sous un angle de 35° 25′ par une glace ; si nous regardons la lumière d'une bougie dans la direction de l'angle de réflexion, à travers un prisme biréfringent, il y aura au moins une position dans laquelle nous ne verrons qu'une seule image de cette lumière, tandis que, dans toutes les autres positions, nous apercevrons deux images, que nous pourrons faire tourner l'une autour de l'autre, en tournant le prisme sans rien changer à la direction de ses plans.

Ces deux images sont colorées de couleurs complémentaires.

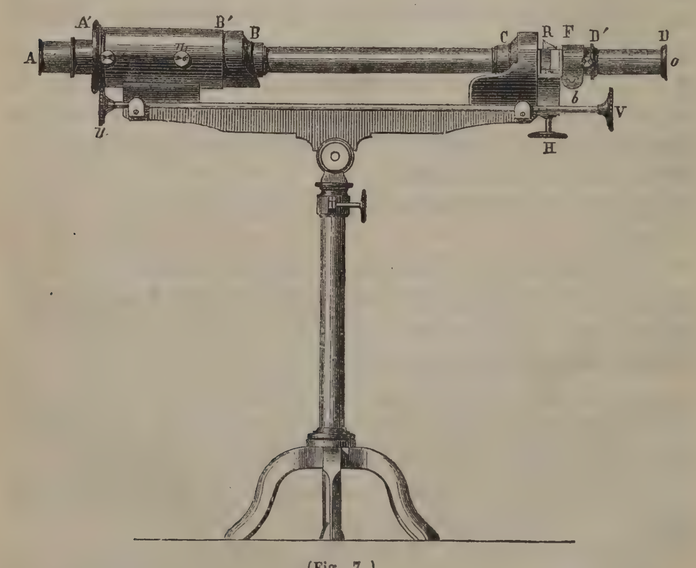
[1] Regnault, *loc. cit.*

Si nous plaçons le prisme dans la position où l'on n'aperçoit qu'une seule image, et que nous interposions entre le prisme et la glace un tube renfermant une dissolution sucrée, nous reverrons les deux images. Il nous faudra faire tourner le prisme d'un certain arc à droite ou à gauche pour retrouver la position où l'une des deux images est éteinte.

Cet arc mesure l'action du sucre essayé.

Nous pouvons déduire de là le mode d'opération. Nous plaçons l'aiguille ou l'alidade au *zéro*, c'est-à-dire au point où l'on n'aperçoit qu'une image, puis nous interposons le tube renfermant la dissolution. Il suffit alors de faire tourner le prisme jusqu'à l'extinction d'une des deux images pour apprécier l'arc répondant à l'action de la substance essayée [1].

Nous avons indiqué avec assez de développements les bases sur lesquelles repose l'application de la polarisation à la recherche des matières qui peuvent dévier le plan du rayon polarisé, pour aborder, sans autre transition, la description de l'ingénieux appareil construit par M. Soleil, opticien à Paris, et perfectionné encore par M. J. Duboscq, son habile successeur.



(Fig. 7.)

[1] Voir dans les *Notes complémentaires* la *Table des rotations*, construite par M. Biot.

Cet instrument, connu sous le nom de *saccharimètre* (fig. 7), a été étudié, au point de vue de la pratique, par l'honorable M. Clerget, et M. Moigno en a donné une description complète. Le saccharimètre est construit d'après les lois et les principes démontrés par M. Biot, et il a pour but la recherche spéciale de la matière sucrée.

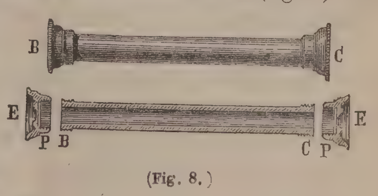
PRATIQUE ET MANUEL DU SACCHARIMÈTRE.

Nous empruntons la description suivante au travail de M. Moigno :

A. Ancien modèle de M. Soleil. — Considéré au point de vue de la théorie, le saccharimètre est un instrument savant et compliqué ; mais au point de vue pratique, il est extrêmement simple.

Nous venons d'en donner la figure générale (fig. 7) ; nous reproduisons plus loin le plan de la partie essentielle de l'instrument, séparée de son support (fig. 9).

Les employés de l'administration, les fabricants de sucre et les raffineurs ne doivent y voir qu'un tube formé de trois parties, dont deux fixes, comprenant les deux extrémités de A à B et de C à D ; l'autre, mobile, formant la portion centrale, que l'on insère entre les deux autres B et C, qui est tantôt un simple tube BC long de 20 centimètres, tantôt un tube B'C', long de 22 centimètres, et muni d'un thermomètre (fig. 8). Ces tubes ont été remplis de la dissolution sucrée dont on veut déterminer le titre par le procédé que nous exposerons dans la seconde partie de cette instruction.



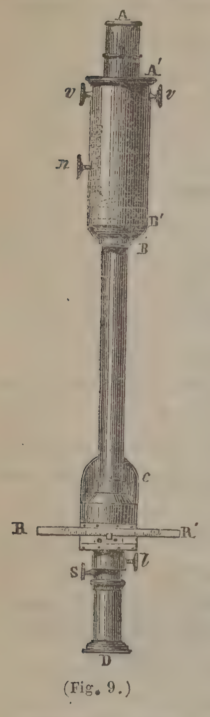
(Fig. 8.)

L'opérateur ne doit faire attention qu'à cinq organes ou parties mobiles, sur lesquelles seules il doit agir :

1° Un petit tube mobile DD', contre lequel il applique son œil, et qu'il enfonce ou retire vers lui, de manière à voir distinctement à travers le liquide ;

2° Un petit bouton vertical *b*, situé à droite, qui sert à régler l'instrument ;

3° Un grand bouton horizontal H, placé en dessous, par lequel on rend uniforme la teinte de l'objet de la vision ;



(Fig. 9.)

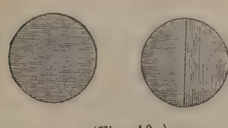
4° Un bouton vertical V, situé en face, à l'aide duquel on donne à ce même objet de la vision la teinte ou la couleur la plus propre à une évaluation précise ;

5° Enfin, une règle divisée RR′, placée en dessus, sur laquelle on lit le nombre qui donne la richesse du sucre examiné.

Manière d'opérer. — 1° Devant l'ouverture A de l'instrument on place une lampe modérateur ou toute autre bien allumée, de manière que la lumière passe par l'axe de l'instrument et le traverse.

2° Avant tout, l'opérateur regarde la règle divisée RR′ de son appareil, et voit si l'index ou la ligne noire I qui, sur cette règle, indique les divisions (fig. 9), correspond exactement au trait *o*, ou à ce qu'on appelle le point zéro, point de départ absolument nécessaire : on tournera donc à droite ou à gauche le petit bouton vertical *b*, de manière à faire que l'extrémité de l'index coïncide exactement avec le trait marqué 0.

3° On remplit d'eau pure un tube d'essai, et on l'insère dans l'appareil à la place intermédiaire qui lui est réservée entre B et C ; puis, plaçant son œil à la partie antérieure en O, on enfonce ou l'on retire le tube mobile DD′, jusqu'à ce qu'on voie distinctement à l'extrémité A du tube située du côté de la lampe une surface circulaire ou un cercle rond partagé en deux demi-disques ou demi-cercles égaux, colorés chacun, soit d'une seule et même teinte ou nuance (fig. 10), soit de deux teintes ou nuances différentes et séparés par une ligne noire qui doit apparaître bien tranchée et bien nette.


(Fig. 10.)

4° Si, comme cela arrive en général, les deux demi-disques n'ont pas la même teinte, ne sont pas colorés de la même nuance, on tournera le grand bouton horizontal H, soit vers

la droite, soit vers la gauche, jusqu'à ce que les teintes ou couleurs des deux demi-disques soient parfaitement identiques, et que l'œil ne puisse discerner entre elles aucune différence.

5° Ce n'est point assez que les deux demi-disques aient la même teinte, la même couleur ; il faut, de plus, pour que l'opération ait tout le degré d'exactitude qu'elle doit donner, que cette teinte uniforme soit la teinte la plus sensible. Cette teinte la plus sensible n'est pas la même pour tous les yeux. Voici comment chacun reconnaîtra celle qui est propre à son œil, et avec laquelle il devra toujours opérer. Si, en même temps qu'il applique son œil contre l'ouverture D du saccharimètre, il fait tourner le grand bouton vertical V, il verra que la couleur des demi-disques change sans cesse et qu'elle ne redevient la même qu'après un demi-tour. Admettons qu'il s'arrête ou cesse de tourner quand les deux demi-disques sont jaunes : si ces deux demi-disques alors n'ont pas absolument la même couleur, si leurs nuances ne sont pas tout à fait uniformes, il reprendra le grand bouton horizontal H et le fera tourner jusqu'à ce qu'il ait établi une uniformité parfaite. Les deux demi-disques sont donc colorés de la même teinte jaune, et l'œil les voit parfaitement identiques. Si maintenant, reprenant le grand bouton vertical V, l'observateur le fait tourner très-doucement dans le même sens, au jaune il verra succéder le vert, au vert le bleu, au bleu l'indigo, à l'indigo le violet, et s'il regarde attentivement, il rencontrera très-probablement une certaine nuance pour laquelle l'uniformité de teinte, établie primitivement pour le jaune, n'existera plus ; il verra une différence qu'il n'avait pas saisie d'abord. S'il répète plusieurs fois et à des jours différents cette même épreuve, il constatera que la nuance qui lui manifeste une différence là où avec une autre couleur il voyait l'égalité ou l'uniformité de teinte est toujours la même ; or, cette teinte est pour lui la teinte la plus sensible, il devra s'y attacher et prendre toujours son pointé sur elle. Pour le plus grand nombre des yeux, la teinte sensible est une nuance bleu-violacé, qui rappelle la couleur de la fleur de lin ; mais il n'est pas rare de rencontrer des observateurs pour lesquels, ce qui est une sorte d'anomalie, la teinte la plus sensible est le jaune ou une autre couleur brillante. La couleur bleu-violacé, la plus sensible pour la généralité des yeux, jouit de cette propriété que, si, lorsqu'on la regarde, on fait tour-

ner infiniment peu le grand bouton vertical V, l'un des demi-disques passe subitement au rouge et l'autre au vert.

Cela posé, en faisant tourner convenablement les boutons H et V, l'observateur ne s'arrêtera que lorsque les deux demi-disques seront colorés très-uniformément de la même teinte sensible que nous lui avons appris à reconnaître, et avec laquelle il sera bientôt familiarisé.

6° On regardera si sur la règle divisée l'index I continue à coïncider avec le trait *o*. Si par hasard cette coïncidence n'existait plus, on la ramènera en tournant de nouveau le petit bouton vertical *b*. Mais en tournant ce bouton, on aura troublé l'uniformité de teinte des deux demi-disques ; il faudra donc la rétablir aussi en revenant au bouton horizontal H, qu'on fera tourner à son tour. Si enfin le rétablissement de l'uniformité avait amené une couleur un peu différente de la teinte sensible, on rétablira cette teinte en faisant tourner le grand bouton vertical V.

7° Cette vérification faite, l'instrument est parfaitement réglé, et l'on peut procéder à la détermination de la richesse ou du titre de la dissolution sucrée.

8° On retire le tube rempli d'eau et on lui substitue un des tubes BC ou B'C' (fig. 8) remplis de la dissolution sucrée. En regardant après cette substitution, on verra que l'uniformité de teinte n'existe plus, que les deux demi-disques sont colorés de nuances différentes ; et pour ramener l'uniformité, on tournera le grand bouton horizontal H, soit de droite à gauche, soit de gauche à droite : s'il s'agit de sucre cristallisable *non interverti*, c'est de droite à gauche qu'il faudra faire tourner le bouton H, du côté du chiffre 100 de la règle alidade RR' ; on s'arrêtera quand la teinte des deux disques sera redevenue bien uniforme. Mais cette teinte uniforme rétablie ne sera plus la teinte sensible, à laquelle il faut cependant revenir et que la couleur propre de la dissolution a fait disparaître. On fera donc tourner aussi le grand bouton vertical V de droite à gauche ou de gauche à droite. Par cela même que l'on sera revenu à la teinte sensible, on verra presque toujours que l'uniformité ou l'égalité des nuances des deux demi-disques que l'on avait crue établie n'est pas parfaite, et il faudra revenir une dernière fois au bouton horizontal pour que l'uniformité ou égalité soit absolue.

9° La teinte des deux demi-disques étant bien uniforme, bien égale, et cette teinte étant bien la teinte sensible, il ne reste plus qu'une chose à faire, c'est de regarder sur la règle divisée à quel trait correspond l'index I, celle des divisions qu'elle indique ; le nombre correspondant à cette division donne immédiatement en centièmes le titre ou la richesse de la solution sucrée : si, par exemple, l'aiguille marque 35, cela signifiera que la solution sucrée essayée renferme 35 centièmes ou 35 pour 100 de sucre ; et ce sucre sera cristallisable si l'on a tourné vers la gauche ou si l'index est à gauche du zéro, incristallisable au contraire si l'on a tourné vers la droite ou si l'index est à droite du zéro.

Remarque première. — Tous ceux qui, opérant pour la première fois avec le saccharimètre, se sont plaints de n'avoir rien vu ou d'avoir vu confusément, avaient oublié de mettre au point, c'est-à-dire d'enfoncer ou de retirer l'oculaire ou tube mobile antérieur jusqu'à ce qu'ils vissent distinctement la raie noire qui sépare les deux demi-disques.

Deuxième remarque. — Tous ceux qui, ayant bien préparé leur dissolution et ayant bien vu dans le saccharimètre, sont arrivés à des évaluations trop fortes ou trop faibles de plusieurs centièmes, avaient négligé de faire bien coïncider l'index de la règle divisée avec le trait zéro. L'erreur du point de départ s'est retrouvée à la fin de l'opération.

Troisième remarque. — Ceux qui, après avoir bien suivi les instructions qu'ils avaient reçues, se trompent habituellement d'un centième ou d'un demi-centième, ne sont pas assez exercés à reconnaître leur teinte sensible, et, par conséquent, ne rétablissent pas avec assez d'exactitude l'uniformité ou l'égalité de nuance des deux demi-disques.

Si l'on a bien mis au point, c'est-à-dire si l'on distinguait parfaitement la ligne noire ; si l'on a bien mis à zéro, c'est-à-dire si l'index de la règle divisée correspondait bien au trait *o;* si l'on a réellement opéré avec la teinte la plus sensible et établi l'égalité de nuances avec un très-grand soin, on obtiendra infailliblement les mêmes indications en opérant avec une même solution sucrée, on lira sur la règle divisée le même nombre, et ce nombre sera à moins d'un centième près le titre réel du sucre essayé.

B. Nouveau modèle breveté de M. Jules Duboscq. — La

figure 11 représente ce nouveau modèle simplifié, privé de son support.



(Fig. 11.)

L'opérateur ne doit faire attention qu'à cinq organes ou parties mobiles, sur lesquelles seules il doit agir :

1° Un petit tube mobile antérieur ou porte-oculaire DD', contre lequel il applique son œil, et qu'il enfonce ou retire vers lui, de manière à voir distinctement à travers le liquide;

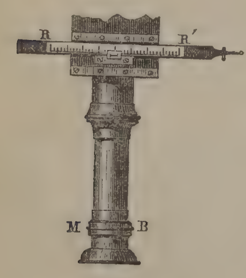
2° Un petit bouton vertical V, qui sert à régler l'instrument, à faire coïncider le zéro de l'échelle avec le zéro de l'indicateur (fig. 12);

3° Un grand bouton horizontal H (fig. 11), par lequel on rend uniforme la teinte de l'objet de la vision ;

4° Un anneau molleté B, à l'aide duquel on donne à ce même objet de la vision la teinte ou la couleur la plus propre à une évaluation précise ;

5° Enfin une règle divisée ou alidade RR' sur laquelle on lit le nombre qui donne la richesse du sucre examiné.

Manière d'opérer. — 1° Devant l'ouverture du saccharimètre on place une lampe modérateur ou toute autre bien allumée, de manière que la lumière passe par l'axe de l'instrument et le traverse.



(Fig. 12.)

2° On remplit d'eau pure un tube semblable à celui qui contient la solution sucrée, et on l'insère dans l'appareil, à la place qui lui est réservée entre la partie oculaire et la partie objective ; puis, plaçant son œil à la partie antérieure D, on enfonce ou l'on retire le tube mobile DD' jusqu'à ce qu'on voie distinctement, à l'extrémité du saccharimètre situé du côté de la lampe, une surface circulaire ou un cercle rond partagé en deux demi-disques ou demi-cercles égaux, colorés chacun soit d'une seule et même teinte ou nuance, soit de deux teintes ou nuances différentes et séparées par une

ligne noire qui doit apparaître bien tranchée et bien nette ;

3° Si, comme cela arrive en général, les deux demi-disques n'ont pas la même teinte, ne sont pas colorés de la même nuance, on tournera le grand bouton horizontal H, soit de gauche à droite, soit de droite à gauche, jusqu'à ce que les teintes ou couleurs des deux demi-disques soient parfaitement identiques et que l'œil ne puisse discerner entre elles aucune différence.

4° On fait tourner le bouton molleté B, soit de droite à gauche, soit de gauche à droite, jusqu'à ce que les deux demi-disques soient colorés de la teinte sensible. Si, quand on est arrivé à la teinte sensible, l'égalité de nuances n'était pas absolument parfaite, on la rétablirait en revenant au bouton horizontal H.

5° On regardera si, sur la règle divisée, la ligne ou trait zéro coïncide exactement avec le trait ou la ligne noire de l'indicateur I. Si la coïncidence n'est pas parfaite, on l'établira en faisant tourner soit de haut en bas, soit de bas en haut, le petit bouton vertical V.

L'instrument alors est parfaitement réglé, et l'on peut procéder à la détermination de la richesse et du titre de la dissolution sucrée :

6° On retire le tube rempli d'eau et on lui substitue le tube rempli de la dissolution sucrée. En regardant après cette substitution, on verra que l'uniformité de teinte n'existe plus, que les deux demi-disques sont colorés de nuances différentes. On rétablit l'uniformité en faisant tourner le grand bouton horizontal, jusqu'à ce que les deux nuances soient parfaitement identiques.

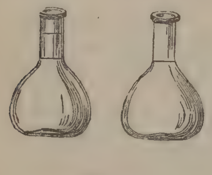
Comme la solution sucrée est le plus souvent colorée, la teinte uniforme rétablie n'est pas, en général, la teinte sensible, à laquelle il faut cependant revenir et que la couleur propre de la dissolution a fait disparaître : on fera donc tourner aussi le bouton molleté pour ramener la teinte sensible ; cette teinte revenue, l'égalité de nuances des deux demi-disques que l'on avait crue établie ne sera pas parfaite, et il faudra faire tourner encore une fois le bouton horizontal H pour qu'elle soit absolue.

7° La teinte des deux demi-disques étant bien uniforme, bien égale, et cette teinte étant bien la teinte sensible, il ne

reste plus qu'une chose à faire, c'est de regarder sur la règle divisée RR′ à quel trait de l'échelle correspond le trait de l'indicateur, celle des divisions qu'il indique : le nombre correspondant à cette division donne immédiatement en centièmes le titre ou la richesse de la solution sucrée.

C. PRÉPARATION DES DISSOLUTIONS SUCRÉES ET ANALYSE DES SUBSTANCES SACCHARIFÈRES.— Les procédés que nous résumons succinctement ont été formulés et publiés d'abord par M. Clerget.

1° *Dissolution normale de sucre pur.* — Une dissolution dans l'eau de 16gr,350 de sucre candi parfaitement sec et pur, étendue d'eau de manière à occuper un volume de 100 centimètres cubes, et observée dans un tube de 20 centimètres de longueur, marque au saccharimètre 100°; c'est-à-dire que, lorsque, après avoir rempli le tube BC avec cette dissolution, on opère comme il a été dit dans la première partie de cette instruction, l'index ou la ligne I sur la règle divisée correspond à la division 100.


(Fig. 13.)

Pour préparer cette dissolution normale, il convient de se servir d'un petit ballon ou matras (fig. 13), jaugé à l'avance, ou sur le col duquel on a marqué un trait que le liquide doit atteindre pour que son volume soit exactement égal à 100 centimètres cubes.

2° *Dissolution du sucre brut du commerce.* — On prend 16gr,350 du sucre à essayer, on le broie dans un mortier, on l'introduit dans le matras, on ajoute une certaine quantité d'eau, et l'on agite jusqu'à ce que le sucre soit dissous.

Si la teinte de la dissolution est trop foncée, ou si elle n'est pas assez transparente, il faut avant tout la clarifier. Pour cela on verse dans le matras une petite quantité de dissolution saturée de sous-acétate de plomb, on ajoute de l'eau jusqu'à ce que, le niveau du liquide affleurant avec le trait, son volume soit bien de 100 centimètres cubes ; on agite le mélange, ce qui fait tomber au fond les principes colorants et les molécules étrangères qui troublaient la limpidité du liquide, et l'on filtre.

La dissolution est alors toute préparée, et pour faire l'analyse du sucre il suffira d'en remplir un tube BC (fig. 8).

Il faut alors fermer ce tube en faisant bien adhérer la plaque de verre P qui le termine ; on visse ensuite la virole de cuivre E qui retient la plaque, mais avec précaution, pour ne pas changer l'état moléculaire de la plaque.

3° *Solution sucrée intervertie et détermination définitive du titre.* — Après la première observation faite, comme on vient de le dire, il est resté dans le matras, contenant 100 centimètres cubes, une certaine quantité de liquide ; on prend alors un second matras ou ballon, marqué de deux traits de jauge indiquant, le premier une capacité de 50 centimètres, le second une capacité de 55 centimètres, de telle sorte que la partie comprise entre les traits ait une capacité de 5 centimètres ; on verse dans ce matras ce qui reste de la solution sucrée jusqu'au niveau du premier trait, ou 50 centimètres cubes ; puis on ajoute de l'acide chlorhydrique pur et fumant jusqu'au second trait, ce qui fait en volume 1/10 d'acide pour 1 de solution sucrée ; on plonge un thermomètre dans le ballon et l'on fait chauffer au bain-marie : quand le thermomètre marque $+68^0$, on s'arrête, on laisse le liquide se refroidir, on le filtre s'il n'est pas assez transparent, et il est alors tout prêt à être versé dans le tube pour que l'opération soit recommencée avec le saccharimètre. L'action exercée par l'acide chlorhydrique a modifié la nature de la dissolution sucrée : aussi, l'uniformité de teinte est détruite en sens contraire, et pour la ramener il faut faire tourner le grand bouton horizontal, non plus de droite à gauche ou vers la gauche, mais de gauche à droite ou vers la droite.

Quand l'uniformité de teinte, que nous supposons toujours être la teinte sensible, sera rétablie, on verra sur la portion droite de la règle divisée à quel trait ou à quelle division correspond l'aiguille ou index, et l'on notera ce nombre de divisions en observant que la température indiquée par le thermomètre soit la même dans les deux cas.

Avec les éléments qui précèdent, il est toujours aisé de se rendre compte de la quantité de sucre cristallisable et de sucre liquide renfermée dans un jus.

4° *Solutions de mélasse et analyse des mélasses.* — On met dans une capsule de porcelaine un poids de mélasse triple de la quantité de sucre pur ou brut employé dans les préparations précédentes, c'est-à-dire $49^{gr},050$, au lieu de $16^{gr},350$; on la

délaye en ajoutant successivement de petites quantités d'eau, on la verse dans un matras jaugé à 300 centimètres cubes ; on ajoute encore de l'eau, on agite, et quand tout est dissous, on complète le volume de 300 centimètres en versant assez d'eau pour que le liquide affleure le trait. On étend sur un filtre 80 centimètres de noir animal en grains fins, on verse sur le filtre toute la liqueur ; quand le vase placé sous le filtre contient un volume de liquide à peu près égal au volume de charbon employé, on le vide dans un autre vase et l'on ne conserve que le reste de la filtration, que l'on reverse dix ou douze fois sur le noir animal, jusqu'à ce qu'il soit aussi décoloré que possible. On en verse dans un ballon à double jauge avec deux traits qui indiquent l'un 200, l'autre 220 centimètres cubes, jusqu'au niveau du trait 200, et l'on ajoute de la dissolution saturée de sous-acétate de plomb jusqu'au trait 220 ; on agite et l'on verse de nouveau sur un filtre couvert de 60 centimètres de noir animal ; on met à part et on néglige les 60 premiers centimètres cubes de liquide filtré, et il reste à peu près 160 centimètres cubes de liqueur bien décolorée et avec laquelle on opère d'abord directement en remplissant le tube de $0^m,20$, puis après inversion, en remplissant le tube de $0^m,22$. Si la quantité de liquide qui reste est insuffisante, on reprendra, pour l'ajouter au reste avant d'aciduler, la solution du tube qui a servi à l'opération directe [1].

5° *Analyse du jus de canne à sucre ou vesou.* — On prend 200 grammes de canne à sucre coupée par tranches, on les comprime dans une petite presse métallique et l'on verse le jus sortant ou vesou dans un ballon à double trait, jaugeant le premier 100, le second 110 centimètres cubes ; le niveau du jus affleure avec le premier trait ; on ajoute 10 centimètres cubes de sous-acétate de plomb ; on agite, on filtre, et tout est prêt. Il convient, pour tenir compte dans l'observation de l'augmentation de volume produite par le sel de plomb, de substituer au tube direct, long de 20 centimètres, un tube semblable, long de 22 centimètres.

En général, si, dans le cas où l'on ajoute un dixième, soit de liquide décolorant, soit d'acide chlorhydrique, on ne pre-

[1] *Observation générale.* — Le tube servant à l'observation directe a 20 centimètres de longueur, et celui qui sert après l'inversion a 22 centimètres.

nait pas cette précaution d'opérer avec un tube de 22 centimètres, il faudrait augmenter d'un dixième le titre trouvé pour tenir compte de l'augmentation de volume.

6° *Analyse du jus de betterave.* — Elle est la même que celle du jus de canne : on substitue aux 200 grammes de canne 200 grammes de pulpe de betterave râpée à la main et pressée en deux fois, ou par 100 grammes, dans un linge et lentement. Il sera plus prudent de faire deux opérations avec le saccharimètre, l'une directe, l'autre après inversion ; car la betterave contient ordinairement d'autres matières sucrées ou actives que le sucre cristallisable.

7° *Analyse des urines diabétiques.* — On verse dans le ballon à deux jauges, marquant 100 et 110 centimètres cubes, 100 centimètres cubes d'urine, on ajoute 10 centimètres de sous-acétate de plomb, si la transparence n'est pas assez grande ; on filtre s'il est nécessaire, et l'on remplit le tube de 22 centimètres ; pour ramener l'uniformité de teinte, il faut tourner à gauche comme pour le sucre ordinaire.

Le pouvoir du sucre de diabète est à celui du sucre cristallisable comme 73 est à 100, et 100 parties de l'échelle divisée correspondent à 22gr,397 de sucre par litre d'urine. Dès lors, chaque division du saccharimètre correspond à 22,397 centigrammes, ou, en nombre rond, à 2 décigrammes un quart. Par conséquent, pour obtenir la quantité de sucre contenue dans un litre des urines essayées, il faut multiplier 2 décigrammes un quart par le nombre lu sur l'échelle divisée.

Aves les indications purement pratiques que nous venons de rapporter, il n'est personne qui ne puisse faire au saccharimètre un essai des matières sucrées que l'on se propose de traiter, et nous recommandons cet appareil à nos lecteurs avec certitude et confiance. Le saccharimètre donne des chiffres théoriques précis en ce qui touche la quantité de sucre pour cent, et ce résultat conduit à l'exactitude mathématique et chimique, en industrie sucrière aussi bien qu'en alcoolisation.

Voici maintenant quelques détails destinés à faire comprendre la construction intime du saccharimètre.

1° Si l'on regarde un point noir à travers un prisme biréfringent, ce point renvoie à l'œil deux images. Les deux rayons de la double réfraction sont tous deux polarisés et ils sont éteints par un prisme ordinaire ; ils sont en outre polarisés à

angle droit et s'éteignent à 90° l'un de l'aûtre. On peut considérer un rayon de lumière ordinaire comme un double rayon formé de deux rayons ainsi polarisés.

2° Un cristal biréfringent polarise donc la lumière, et on le nomme *polariseur* quand on le fait servir à cet usage.

3° Un cristal biréfringent, accompagné d'un prisme de Nicol, forme un système qui procure facilement un seul rayon de lumière polarisée et sert en outre d'*analyseur*, c'est-à-dire qu'il met en évidence l'état de la polarisation du rayon lumineux.

4° Si l'on place sur le trajet d'un rayon polarisé un morceau de substance biréfringente, ce rayon reprend les propriétés de la lumière ordinaire, et on lui donne le nom de rayon *dépolarisé.*

5° On peut donner le nom de *dépolariseur* à une plaque de cristal de roche destinée à produire l'effet dont nous venons de parler.

6° Si le cristal *dépolariseur* est d'une certaine épaisseur, selon sa nature, le rayon apparaît plus ou moins coloré.

7° Les couleurs des deux rayons polarisés doublement réfractés sont complémentaires, c'est-à-dire qu'elles forment du blanc quand on les réunit.

8° La partie objective du saccharimètre est une sorte de *polariscope,* composé d'une plaque de cristal de roche, d'une plaque à pouvoirs contraires et d'un prisme biréfringent : à travers ce système, la lumière ordinaire apparaît incolore ; au contraire la lumière polarisée présente deux images colorées de couleurs complémentaires.

9° Nous savons qu'il y a des substances qui changent la direction du plan de polarisation ; les unes le font tourner à droite, les autres à gauche. On donne aux premières le nom de *dextrogyres*, et aux secondes celui de *lévogyres*.

10° Une plaque formée de deux substances, l'une *dextrogyre*, l'autre *lévogyre*, se nomme plaque à double rotation, ou plaque à pouvoirs contraires ; cette plaque permet de ramener les teintes juxtaposées à l'identité.

M. Biot a démontré les propositions suivantes :

1° Le pouvoir rotatoire est inhérent aux dernières particules des corps, et proportionnel au nombre de molécules placées sur le passage du rayon polarisé, et par conséquent à l'épais-

seur de la plaque solide ou à la longueur de la colonne liquide à faces parallèles.

2° Tant que la substance solide conserve le mode d'agrégation des molécules qui la constituent dans son état naturel ou sa structure normale, tant que la substance liquide conserve sa composition chimique, elles conservent aussi leur pouvoir rotatoire.

3° Si l'on superpose plusieurs plaques solides, ou si l'on mêle plusieurs liquides doués du pouvoir rotatoire et sans action chimique l'un sur l'autre, la rotation produite par l'ensemble des plaques solides, ou le mélange des liquides, est toujours la somme ou la différence des rotations que les substances unies ou mélangées produiraient séparément; la somme, si elles sont toutes dextrogyres ou lévogyres ; la différence, si les unes sont dextrogyres et les autres lévogyres.

4° A l'exception de l'acide tartrique, les substances organiques douées de la propriété rotatoire l'exercent suivant les mêmes lois que le quartz; de sorte que, si une lame de quartz de 1 millimètre produit, au sens de la rotation près, la même déviation du plan de polarisation qu'une colonne d'essence de térébenthine de 68 millimètres et demi de longueur, un multiple ou une fraction d'un millimètre de quartz produira la même déviation que le même multiple ou la même fraction de la longueur 68^{mm},5 de la colonne de térébenthine ; que si 1 millimètre de quartz produit la même déviation qu'une colonne de dissolution de sucre cristallisable de 200 millimètres de longueur, renfermant 16^{gr},350 de sucre pur, la moitié, le tiers, le quart, etc., de 1 millimètre de quartz déviera autant le plan de polarisation du rayon qu'une colonne d'eau de 200 millimètres, renfermant la moitié, le tiers, le quart, etc., de 16^{gr},350 de sucre; que si l'on combine une lame de quartz dextrogyre de 1 millimètre d'épaisseur ou d'une fraction de millimètre avec une colonne d'essence de térébenthine de 68^{mm},5 de longueur, ou de la même fraction de 68^{mm},5, il y aura compensation exacte, et l'on n'observera aucune rotation; qu'il en sera de même si l'on combine une plaque de quartz lévogyre de 1 millimètre ou d'une fraction de millimètre d'épaisseur, avec une colonne d'eau de 200 millimètres de longueur, renfermant 16^{gr},350 ou la même fraction de 16^{gr},350 de sucre cristallisable.

Il en résulte que, s'il était possible d'avoir à sa disposition une série de plaques de quartz de rotations contraires et d'épaisseurs variant par degrés insensibles, on pourrait, en les associant successivement avec les substances douées du pouvoir rotatoire, arriver dans tous les cas à une neutralisation parfaite, et exprimer par conséquent, en nombre, en millimètres ou en fractions de millimètre de quartz, ou mieux en multiples ou en fractions du pouvoir rotatoire du quartz pris pour unité, les pouvoirs rotatoires de toutes les autres substances. Or, le compensateur de M. Soleil réalise cette série indéfinie de plaques de quartz qu'il serait rigoureusement impossible de se procurer isolément et dont l'emploi serait très-compliqué et très-embarrassant. Le compensateur se compose essentiellement de deux longs prismes de quartz, tous deux dextrogyres ou tous deux lévogyres, rectangulaires et parfaitement identiques, formant par leur superposition un parallélipipède rectangle dont ils sont comme les deux moitiés égales. Ils sont montés de manière à s'avancer parallèlement l'un sur l'autre. Dans leur position normale, lorsqu'ils forment parallélipipède, l'épaisseur de la partie moyenne est égale au petit côté du prisme opposé à l'arête du sommet ; si l'on fait éloigner les deux arêtes l'une de l'autre, l'épaisseur du quartz de la partie moyenne augmente incessamment jusqu'à devenir double de ce qu'elle était primitivement ; si au contraire on fait marcher les deux arêtes l'une vers l'autre, l'épaisseur en quartz de la partie moyenne diminue indéfiniment et se réduit à zéro lorsque les deux arêtes coïncident. Donc, par le moyen du compensateur, on peut interposer sur le trajet du rayon des épaisseurs de quartz variant par degrés insensibles, depuis zéro jusqu'au double de la petite hauteur du prisme rectangulaire. Pour mesurer le pouvoir rotatoire des substances liquides et solides, il suffirait donc de placer au delà de la plaque solide ou de la colonne liquide un ensemble de deux prismes rectangulaires que l'on ferait marcher au moyen d'une vis micrométrique munie d'un cadran dont l'index indiquerait l'épaisseur du quartz interposée au moment où l'identité de teinte, détruite par l'introduction sur le passage du rayon de la substance douée de pouvoir rotatoire, serait établie. Quand on aurait affaire à des substances dextrogyres, le compensateur devrait être formé de lames prismatiques lévogyres, et réci-

proquement. Mais si l'on s'était contenté d'un simple ensemble de deux lames prismatiques, la détermination de pouvoirs rotatoires très-intenses pourrait devenir impossible si elle dépassait la limite de l'instrument, tandis que la détermination de pouvoirs rotatoires très-faibles serait très-délicate et très-incertaine, parce que les arêtes des prismes n'ont jamais une épaisseur nulle. Il est un moyen bien simple de parer à tous ces inconvénients : il consiste à placer en avant du compensateur une plaque de quartz additionnelle fixe, de rotation contraire à celle du compensateur : elle pourrait être de même épaisseur que l'ensemble des deux lames prismatiques, mais dans la pratique on la fait plus ou moins épaisse : plus épaisse si le compensateur est dextrogyre, moins épaisse si le compensateur est lévogyre, et que l'on veuille opérer sur une substance dextrogyre, comme le sucre cristallisable.

Le principal effet de la plaque additionnelle, combinée comme nous venons de l'indiquer, est de permettre avec un même compensateur d'étudier les substances de pouvoir rotatoire inverse; car, suivant la position des lames prismatiques, l'ensemble de la plaque fixe et du compensateur formera un compensateur unique, soit dextrogyre, soit lévogyre.

Nous n'avons plus que quelques mots à ajouter pour mettre en évidence le mode de graduation de l'appareil et la construction de l'échelle sur laquelle on lit la richesse en sucre de la dissolution essayée.

1° Les plans principaux du prisme analyseur et du prisme polariseur sont placés à angle droit, c'est-à-dire que ces deux prismes, dont la position dans l'instrument est absolument fixe, sont placés de telle sorte que le rayon qui traverse leur ensemble soit complétement éteint.

2° Les deux lames prismatiques du compensateur sont amenées dans une position telle, que la somme de leurs épaisseurs étant égale à celle de la plaque additionnelle, l'ensemble de cette plaque et du compensateur forme un système neutre mis en évidence par l'égalité parfaite de teinte des deux demi-disques de la plaque à deux rotations ; on écrit alors zéro au-dessus de l'index sur l'échelle du compensateur ;

3° On met sur le trajet du rayon une plaque de cristal de roche dextrogyre, d'un millimètre d'épaisseur, fixée au bout d'un tube analogue à celui du saccharimètre ; l'égalité de teinte

est troublée, et, pour la rétablir, il faut tourner le bouton horizontal et mettre en mouvement les lames du compensateur ; quand l'égalité est rétablie, on marque sur l'échelle le nombre 100, et l'on partage en cent parties égales l'intervalle compris entre 0 et 100. Puisque la rotation du cristal de roche est proportionnelle à son épaisseur, chaque division de l'échelle mesurera par conséquent le pouvoir rotatoire d'un centième de millimètre de quartz ; et parce que la rotation d'un millimètre de quartz correspond à celle d'une colonne de dissolution sucrée de 200 millimètres de longueur, renfermant 16gr,350 de sucre, chaque division de l'échelle indiquera la présence de 0gr,1635 de sucre dans la colonne de 200 millimètres de longueur. L'échelle du compensateur n'est pas bornée à cent divisions, on l'a prolongée à gauche de cinquante divisions pour pouvoir opérer entre des limites plus étendues ; la partie droite au contraire ne contient que cinquante divisions, parce qu'elle sert à l'appréciation du pouvoir rotatoire du sucre interverti, pouvoir beaucoup plus faible, puisque après l'interversion, la déviation 100, produite par la colonne de dissolution de 200 millimètres renfermant 16gr,350 de sucre, n'est plus que de 38 divisions à la température de 12°, et varie avec la température. (*Pratique et théorie du saccharimètre Soleil*, par M. l'abbé Moigno, 1853.)

Les principes que nous venons de rappeler le plus brièvement qu'il nous a été possible reçoivent dans le saccharimètre l'application la plus intelligente et la plus utile ; aussi ne pouvons-nous que recommander, à tous ceux qui veulent étudier et pratiquer sérieusement l'industrie sucrière, cet ingénieux instrument, disposé avec tant d'habileté que l'homme de pratique n'a nul besoin, pour s'en servir, de posséder les notions ardues de l'optique, dont il est cependant un petit résumé, renfermant la solution des problèmes les plus intéressants.

QUESTIONS RELATIVES A LA DENSITÉ.

Parmi les moyens empiriques employés pour reconnaître la valeur approximative d'un jus sucré ou d'un vesou, il faut compter en première ligne la vérification de la densité. Nous ne prétendons pas dire par là que ce moyen soit un guide in-

faillible dans l'appréciation des liqueurs sucrées, car, au contraire, nous le regardons comme susceptible de fournir tout au plus une première donnée, exagérée et fausse le plus souvent ; mais il est d'un usage tellement fréquent et général, malgré son imperfection, que nous ne pouvons nous dispenser d'indiquer les principaux faits relatifs à la densité, afin de compléter, par ces notions, l'étude générale de la saccharimétrie.

La *densité* ou pesanteur spécifique d'un corps étant le rapport qui existe entre sa masse et son volume, on conçoit qu'un corps est d'autant plus dense qu'il renferme plus de matière sous le même volume, en sorte que, si l'on adopte pour *étalon* un volume donné, la masse de ce volume, ou son poids, exprimera la densité du corps à étudier. On a pris en France le *centimètre cube* pour *unité de volume* et le poids d'un centimètre cube d'eau, ou sa densité, sert de terme de comparaison pour tous les liquides et les solides. La densité de l'air sert de mesure à celle des gaz. On ramène ordinairement l'unité de volume au litre, ou à 1000 centimètres cubes dans les circonstances de la pratique.

En général, *à volume égal*, les densités de deux corps donnés sont proportionnelles à leurs poids, et, *à poids égal*, les densités sont en raison inverse des volumes.

On sait encore qu'un corps solide s'enfonce dans un liquide jusqu'à ce qu'il y ait égalité entre son poids et celui du liquide déplacé ; par conséquent, plus le liquide sera *dense*, plus il aura de masse sous un volume donné, et moins un solide d'un *poids constant* pourra s'y enfoncer. Réciproquement, moins le liquide sera *dense*, moins il aura de masse sous le même volume, et plus un solide à poids constant s'y enfoncera, puisqu'il devra déplacer un volume plus considérable pour faire équilibre à son poids.

C'est sur les principes que nous venons de rappeler qu'est basée la construction des *aréomètres*. Ce sont de petits *flotteurs* à volume constant et à poids variable, ou à volume variable et à poids constant, que l'on plonge dans les liquides dont on veut observer la densité. Nous ne parlerons que de ces derniers, les seuls qui soient utiles au fabricant de sucre.

Les aréomètres à poids constant sont des tubes de verre (fig. 14) lestés en bas par du mercure ou du plomb, renflés au-

dessus du lest et surmontés d'une tige cylindrique dont le diamètre externe est aussi bien calibré que possible. Cette tige est creuse et reçoit une petite bande de papier collée qui indique la graduation de l'appareil.

D'après ce que nous avons dit tout à l'heure, on comprend que ces instruments, plongés dans des liquides de densité différente, s'y enfoncent plus ou moins et donnent ainsi des indications qui permettent d'en apprécier la pesanteur spécifique. Ils enfoncent d'autant moins que le liquide est plus dense, et ce principe est la base de leur graduation.

Si l'on prend pour point de départ un liquide de densité moyenne, l'eau, par exemple, on pourra écrire

(Fig. 14) 0° ou 1000° au point d'affleurement; au-dessous de ce point de repère seront marquées des divisions centésimales ou autres, répondant aux densités des liquides plus denses que l'eau, et au-dessus, des degrés relatifs aux liquides moins denses ou plus légers. On pourra construire d'après l'expérience une table plus ou moins étendue, analogue à la suivante.

Table des densités de divers corps.

	Noms.	Densités.
Corps légers ou moins denses.	Ether.....................	736 (à 0°).
	Esprit de bois................	798
	Alcool.....................	802,1
	Benzine.....................	850
	Térébenthine................	875
Corps, type de comparaison.	*Eau distillée*..................	1000 (à + 4°).
Corps lourds ou plus denses.	Solution sucrée à 1 pour 100...	1004
	— à 40 pour 100...	1177
	Sirop à 75 pour 100..........	1384,6
	Acide azotique................	1522
	Acide sulfurique..............	1845

En se rappelant que le litre ou décimètre cube d'eau (1000 centimètres cubes) pèse 1000 grammes ou 1 kilogramme, on verra immédiatement quel est le poids ou la densité relative d'une solution donnée ou d'un liquide essayé. Il sera même facile de dresser des échelles spéciales pour des corps donnés, en partant de l'*eau pure* pour atteindre le maximum ou le mi-

nimum de densité. Ainsi, les sirops renfermant 75 pour 100 de sucre, lorsqu'ils ont une densité de 1384,6, il sera aisé de construire une table dans laquelle chaque centième ou demi-centième de sucre correspondrait à une densité déterminée. Ceci ne s'applique évidemment qu'aux aréomètres qui donnent immédiatement la densité ou le poids du volume.

L'*aréomètre de Baumé* ne suit pas cette marche... Pour les liquides plus denses que l'eau, il part de ce dernier liquide, dont le point d'affleurement porte le 0° de l'échelle. Le point d'affleurement dans une liqueur composée de 85 d'eau distillée et 15 de sel marin indique 15° : la division se continue ensuite, de telle sorte que l'acide azotique porte 36°, l'acide sulfurique monohydraté 66°, etc.

Pour les liquides moins denses que l'eau, le 0° de l'échelle, au lieu d'être écrit rationnellement à l'affleurement de l'instrument dans l'eau distillée, est placé à son affleurement dans un liquide formé de 90 d'eau et 10 de sel marin; l'eau distillée est à 10° et l'alcool à 36°, en sorte que cette échelle présente l'anomalie de convention représentée ci-dessous.

Graduation de l'échelle aréométrique de Baumé.

	LIQUIDES plus denses que l'eau. Échelle descendante	LIQUIDES moins denses que l'eau. Échelle ascendante.	
		36°	Alcool commercial.
		20°	Eau-de-vie ordinaire.
		15°	— faible.
Eau distillée..................	0°	10°	Eau distillée.
Eau distillée, 90, et sel, 10 part..	10°	0°	Eau, 90, et sel, 10 part.
Eau distillée, 85, et sel, 15 part..	15°		
Eau distillée, 80, et sel, 20 part..	20°		

On comprend tout l'arbitraire de cette graduation qui marque 0°, c'est-à-dire le point de départ pour l'échelle descendante, dans l'eau distillée, tandis que ce même 0° commence à 10° pour l'échelle ascendante : il suffit de faire remarquer cette circonstance pour que l'on sente l'impossibilité de se servir d'une semblable division. Que l'on ajoute à cela cet autre inconvénient fort grave, selon nous, de ne rien préjuger sur la

densité réelle des liquides, et de ne donner que des chiffres conventionnels, et l'on pourra juger cet instrument en connaissance de cause. Nous croyons cependant qu'il ne sera pas inutile d'en donner les indications, comparativement avec celles de l'aréomètre centésimal, ou densimètre, relativement aux dissolutions sucrées, afin d'éviter aux fabricants un travail fastidieux de correction et de calcul.

L'aréomètre de Cartier reposant sur des bases analogues, et, d'ailleurs, étant beaucoup moins employé en sucrerie qu'en alcoolisation, nous ne nous arrêterons pas à le décrire, ni à en indiquer les défauts.

L'*aréomètre centésimal* ou *densimètre* est un aréomètre à volume variable et à poids constant (fig. 14), dont le zéro affleure dans l'eau distillée. La graduation est ensuite centésimale, et chaque division *pourrait répondre* à 1 gramme de poids spécifique de plus par unité de volume ou litre; les dixièmes correspondraient avec les décigrammes. Soit le *litre* d'eau ayant une densité de 1000 conventionnelle, le même volume de sucre pur en présente une de 1606,5. *On pourrait dire que, l'eau pesant* 1, *le sucre pèse* 1,6065. Mais, en général, on prépare des instruments spéciaux pour les divers usages, et l'on dresse des densimètres indiquant les augmentations de densité ou de poids spécifique pour la plupart des matières usitées dans les relations économiques ou industrielles.

C'est ainsi que l'on a des lactomètres, des pèse-acides, des pèse-sels, des *densimètres* particuliers pour diverses substances, pour le sucre, etc.

La densité du sucre étant plus considérable que celle de l'eau, on conçoit qu'une dissolution aqueuse de sucre sera d'autant plus dense qu'elle sera plus saturée; c'est là le point de départ pour apprécier la proportion de sucre d'un liquide au moyen de la densité. Mais cette densité varie pour un même liquide selon la température, et les essais comparatifs doivent être faits au même degré du thermomètre.

En effet, la plupart des corps éprouvant une dilatation dans leur volume par la chaleur, ils perdent sur leur densité, et une différence de quelques degrés de température, quelquefois même de moins d'un degré, suffit pour faire subir à la densité des variations notables.

A la température ordinaire d'environ $+15^0$ à $+20^0$ centi-

grades, une dissolution aqueuse de sucre pur, saturée aussi complétement que possible, offre une densité de 1321, c'est-à-dire qu'un litre de cette dissolution pèse 1321 grammes, l'eau distillée pesant 1000. Une telle dissolution *saturée* marque 35° à l'aréomètre de Baumé.

Si l'on élève la température de cette dissolution jusqu'à l'*ébullition*, sa densité diminue, comme cela arrive pour la plupart des corps; elle n'est plus que de 1267, et donne seulement 31°,5 à l'aréomètre. Cette différence est due à la dilatation normale de la liqueur sous l'influence du calorique, de laquelle il résulte un volume plus considérable pour la même masse de matière réelle, et, par conséquent, une masse ou une densité moindre pour un même volume.

L'alcool, en s'unissant à l'eau, subit un effet de contraction; c'est-à-dire que le mélange occupe moins de place que les deux éléments séparés; ainsi, 53,7 volumes d'alcool anhydre, mêlés à 49,8 volumes d'eau se réduisent à 100 volumes au lieu de 103,50 volumes qu'ils devraient donner normalement. Ces 100 volumes ainsi composés sont donc d'une densité supérieure à la normale.

C'est le contraire pour le sucre. Nous venons de voir, en effet, que la densité de la dissolution de sucre, saturée à + 15° ou + 20° (température ordinaire), est de 1321. Cette densité est plus faible que la somme des densités des éléments unis. Un litre, ou 1000 en volume de cette dissolution, renferme :

Sucre........	666	dont la densité à 1606,5 est	1069,929
Eau.........	334	— à 1000 est	334
		Densité calculée............	1403,929
		Densité observée...........	1321
		Différence........	82,929

Un litre de dissolution de sucre saturée à la température ordinaire pèse donc 82gr,929 de moins qu'il ne devrait peser. En d'autres termes, cette dissolution occupe un volume plus grand que la somme de ses volumes élémentaires de $\frac{82,929}{1000}$. L'eau et le sucre en s'unissant à saturation *se dilatent* donc d'environ *un douzième* (12,058).

Lorsqu'on fait dissoudre du sucre dans l'eau, il n'y a pas de développement de chaleur appréciable. Ce fait tient à ce

que si, d'une part, la dissolution ou l'hydratation du sucre est une source de chaleur, de l'autre, l'augmentation de volume ou la dilatation de la liqueur en neutralise l'effet et produit compensation.

L'appréciation de la densité des jus, moûts et sirops, s'obtient aujourd'hui avec une grande facilité à l'aide des divers aréomètres et du densimètre : mais les instruments qui servent à constater la densité sont tellement variés dans leur graduation, qu'il importe extrêmement d'indiquer celui dont on s'est servi pour obtenir la notation spécifique d'un liquide donné.

Les principaux aréomètres dont on a fait usage en sucrerie sont ceux de Baumé, de Cartier et de Guyton-Morveau, remplacés tous aujourd'hui par le densimètre centésimal, beaucoup plus commode et plus exact.

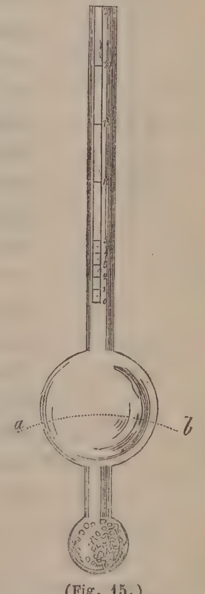
Quelques fabricants se servent cependant encore de l'aréomètre ou pèse-sirop de Baumé; mais il est à désirer que, sous ce rapport, l'industrie revienne à l'unité et au système décimal. En effet, comme nous l'avons dit, les indications de cet aréomètre sont conventionnelles et ne donnent aucun renseignement rigoureux sur la densité des liquides où on le plonge. Nous ne nous arrêterons donc pas à en parler plus longuement que nous n'avons fait, et nous passerons complétement sous silence celui de Cartier.

Une note spéciale de Guyton-Morveau, sur la manière de juger la cuite des sucres, fut insérée au *Moniteur*, en 1812, par l'ordre du comte de Sussy, alors ministre des manufactures et du commerce. Cette note renferme la description d'un aréomètre spécial dont on pourrait encore se servir avantageusement pour apprécier le degré de cuite des sirops, bien qu'il soit basé sur l'aréomètre de Baumé, et qu'il ne soit destiné à fournir que la connaissance des proportions d'eau et de sucre existant dans une solution. Mais cette donnée suffit pour juger de la cuite, en ce sens qu'elle permet d'apprécier le point à peu près constant de l'affleurement de l'instrument dans un sirop convenablement cuit.

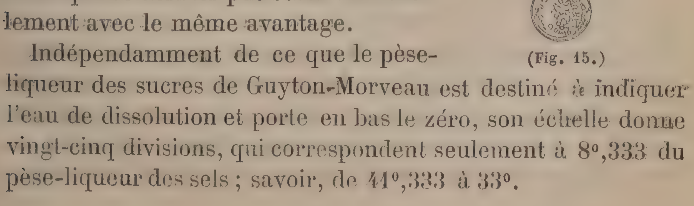
« Le degré de cuisson des sirops pour obtenir le sucre concret influe tellement, tant sur la quantité que sur la qualité des produits, que, suivant la belle expérience de M. Proust, le même sirop, réduit par l'ébullition à $\frac{40}{100}$, cristallise très-promp-

tement; qu'il cristallise encore, mais plus difficilement à $\frac{35}{100}$; enfin, que réduit à $\frac{32}{100}$, il ne donne plus de cristaux. On ne saurait donc apporter trop d'attention à la détermination de ce degré..., puisque, sans l'observation rigoureuse de cette condition, on court risque de porter un jugement faux et décourageant sur le peu de valeur de la matière, ou sur l'imperfection des procédés... »

Déterminé par ces raisons et sur la demande d'un raffineur, Guyton-Morveau ne tarda pas à se convaincre que la preuve *par le filet* était nécessairement sujette à toutes les vicissitudes de l'atmosphère, telles que la pesanteur, la température, l'agitation, la direction des courants, la constitution hygrométrique, etc., sans compter les écarts de manipulation par rapport au volume de la goutte, à la vitesse du mouvement imprimé, dont l'habitude la plus suivie ne pouvait garantir l'uniformité. Il comprit dès lors qu'il n'y avait que le *pèse-liqueur* qui, en indiquant un degré fixe de concentration, pût garantir constamment des produits de même qualité; après plusieurs expériences dans les chaudières mêmes de la raffinerie, il parvint à donner à ce fabricant un pèse-liqueur approprié à cet objet, dont on fit usage avec un succès constant. L'échelle de cet appareil (fig. 15) est déterminée relativement à celle du pèse-liqueur des sels de Baumé, pour donner un moyen de juger le vrai degré de concentration auquel la liqueur doit être portée; mais il ne faudrait pas en conclure que ce dernier pût servir habituellement avec le même avantage.



(Fig. 15.)



Indépendamment de ce que le pèse-liqueur des sucres de Guyton-Morveau est destiné à indiquer l'eau de dissolution et porte en bas le zéro, son échelle donne vingt-cinq divisions, qui correspondent seulement à 8°,333 du pèse-liqueur des sels ; savoir, de 41°,333 à 33°.

La figure précédente donne ce pèse-liqueur à l'échelle de 2 centimètres 1/2 pour décimètre, ou du quart de la grandeur naturelle.

La longueur totale de cet instrument est de 31 centimètres; le diamètre de la grosse boule de 64 millimètres; celui de la boule inférieure de 28. La tige qui les sépare a également 28 millimètres de hauteur et 11 de diamètre; la tige supérieure, qui porte la graduation, est de 9 millimètres à son extrémité; cette tige est le prolongement de celle qui tient à la boule inférieure et doit être d'une seule pièce qui traverse la grosse boule, seul moyen d'assurer à la fois sa direction verticale et sa solidité.

Le poids de cet instrument est d'environ 22 décagrammes; son centre de gravité, quand il est lesté convenablement, est au centre de la ligne ponctuée *ab*.



(Fig. 16.)

Plus tard, Guyton-Morveau, s'étant assuré que le point qui annonce la densité la plus convenable à une bonne cristallisation se trouve communément entre le troisième et le quatrième degré de son appareil, en fit réduire les dimensions et supprimer les dix divisions de 15° à 25°, pour augmenter la commodité (fig. 16), et il réunit les deux boules en forme de poire, en supprimant la tige intermédiaire.

Cette modification n'ôte rien à l'instrument et ne l'empêche pas de répondre à son but. Le pèse-sirop de Guyton-Morveau est fondé : 1° sur ce que 75 parties en poids de sucre raffiné dissoutes dans 25 parties d'eau, à la température de 10° Réaumur (12°,5 centigrades), donnent le vingt-cinquième degré de son échelle; 2° que, dans une dissolution de 88 parties du même sucre dans 12 parties d'eau, il ne s'enfonce plus qu'à un point qui fixe le douzième degré; de sorte qu'on n'a plus qu'à prolonger la division jusqu'à zéro, qui se trouve ainsi très-près de la boule.

Quant à la correspondance de cet aréomètre avec celui des sels de Baumé, elle est facile à établir. L'expérience ayant fait connaître que le trente-troisième degré Baumé répondait au vingt-cinquième degré du pèse-liqueur des sucres, et le trente-

septième Baumé au douzième, ce qui donne le rapport de 12 à 4, on trouve, par un simple calcul, les valeurs correspondantes comme il suit :

Pèse-liqueur des sucres.		Aréomètre des sels de Baumé.
25°	répond à	33°
12°	—	37°
0°	—	41°,333

D'où il résulte que les 25 divisions du pèse-liqueur représentent 8°,333 de l'aréomètre de Baumé.

Le *densimètre des sucres* est un densimètre centésimal accusant, pour ses degrés, chaque augmentation de densité de 1 centième ; les dixièmes de degrés répondent aux millièmes, en partant de la densité du litre d'eau évaluée à 1000...

Nous ne pouvons assez faire observer que les appréciations relatives à la densité n'ont aucune valeur réelle pour les jus non déféqués et que, dans tout ce qui fait l'objet des observations qui précèdent, on ne doit avoir en vue que les solutions de sucre pur dans l'eau. La précision du densimètre est un élément utile au fisc, dans les pays où l'impôt frappe la fabrication du sucre, mais les considérations *théoriques* qui ont conduit à ce mode de contrôle légal sont opposées à toute pratique intelligente et à l'intérêt bien compris de la fabrication. Aussi ne donnons-nous que pour mémoire la table suivante, dans laquelle on est parti de 0° pour le point de la densité de l'eau, et qui n'est à consulter que pour les dissolutions de candi ou de sucre cristallisé pur dans l'eau.

Un exemple suffira pour faire comprendre la portée de notre objection. Un jus de betterave de 4°,6 pesant 1046 par litre a contenu depuis 84 jusqu'à 102^{gr},12 de sucre par litre, constaté expérimentalement, et, en théorie, une dissolution de ce poids ou de cette densité devrait en renfermer 112^{gr},47 !...

Table d'appréciation des jus sucrés, moûts et vesous, au moyen du densimètre centésimal (jusqu'à 10° de richesse).

ÉCHELLES DENSIMÉTRIQUES.			SUCRE sur 1000 PARTIES.	EAU sur 1000 PARTIES.
DEGRÉS et dixièmes du densimètre.	ÉCHELLE centésimale (poids du décilitre).	ÉCHELLE millésimale (densité ou poids du litre).		
0,0	100,0	1000	0,00	1000,00
0,1	100,1	1001	2,44	997,56
0,2	100,2	1002	4,89	995,11
0,3	100,3	1003	7,33	992,67
0,4	100,4	1004	9,78	990,22
0,5	100,5	1005	12,22	987,78
0,6	100,6	1006	14,67	985,33
0,7	100,7	1007	17,11	982,89
0,8	100,8	1008	19,56	980,44
0,9	100,9	1009	22,00	978,00
1,0	101,0	1010	24,44	975,56
1,1	101,1	1011	26,89	973,11
1,2	101,2	1012	29,34	970,66
1,3	101,3	1013	31,78	968,22
1,4	101,4	1014	34,23	965,77
1,5	101,5	1015	36,67	963,33
1,6	101,6	1016	39,12	960,88
1,7	101,7	1017	41,56	958,44
1,8	101,8	1018	44,01	955,99
1,9	101,9	1019	46,45	953,55
2,0	102,0	1020	48,90	951,10
2,1	102,1	1021	51,34	948,66
2,2	102,2	1022	53,79	946,21
2,3	102,3	1023	56,23	943,77
2,4	102,4	1024	58,68	941,32
2,5	102,5	1025	61,12	938,88
2,6	102,6	1026	63,57	936,43
2,7	102,7	1027	66,01	933,99
2,8	102,8	1028	68,46	931,54
2,9	102,9	1029	70,90	929,10
3,0	103,0	1030	73,35	926,65
3,1	103,1	1031	75,79	924,21
3,2	103,2	1032	78,24	921,76
3,3	103,3	1033	80,68	919,32
3,4	103,4	1034	83,13	916,87
3,5	103,5	1035	85,57	914,43
3,6	103,6	1036	88,02	911,98
3,7	103,7	1037	90,46	909,54
3,8	103,8	1038	92,91	907,09
3,9	103,9	1039	95,35	904,65
4,0	104,0	1040	97,80	902,20
4,1	104,1	1041	100,24	899,76
4,2	104,2	1042	102,69	897,31
4,3	104,3	1043	105,13	894,87
4,4	104,4	1044	107,58	892,42
4,5	104,5	1045	110,02	889,98
4,6	104,6	1046	112,47	887,53
4,7	104,7	1047	114,91	885,09

ÉCHELLES DENSIMÉTRIQUES.			SUCRE sur 1000 PARTIES.	EAU sur 1000 PARTIES.
DEGRÉS et dixièmes du densimètre.	ÉCHELLE centésimale (poids du décilitre).	ÉCHELLE millésimale (densité ou poids du litre).		
4,8	104,8	1048	117,36	882,64
4,9	104,9	1049	119,80	880,20
5,0	105,0	1050	122,25	877,75
5,1	105,1	1051	124,69	875,31
5,2	105,2	1052	127,14	872,86
5,3	105,3	1053	129,58	870,42
5,4	105,4	1054	132,03	867,97
5,5	105,5	1055	134,47	865,53
5,6	105,6	1056	136,92	863,08
5,7	105,7	1057	139,36	860,64
5,8	105,8	1058	141,81	858,19
5,9	105,9	1059	144,25	855,75
6,0	106,0	1060	146,70	853,30
6,1	106,1	1061	149,14	850,86
6,2	106,2	1062	151,59	848,41
6,3	106,3	1063	154,03	845,97
6,4	106,4	1064	156,48	843,52
6,5	106,5	1065	158,92	841,08
6,6	106,6	1066	161,37	838,63
6,7	106,7	1067	163,81	836,19
6,8	106,8	1068	165,26	834,74
6,9	106,9	1069	167,70	832,30
7,0	107,0	1070	170,15	829,85
7,1	107,1	1071	172,59	827,41
7,2	107,2	1072	175,04	824,96
7,3	107,3	1073	177,48	822,52
7,4	107,4	1074	179,93	820,07
7,5	107,5	1075	182,37	817,63
7,6	107,6	1076	184,82	815,18
7,7	107,7	1077	187,26	812,74
7,8	107,8	1078	189,71	810,29
7,9	107,9	1079	192,15	807,85
8,0	108,0	1080	194,60	805,40
8,1	108,1	1081	197,04	802,96
8,2	108,2	1082	199,49	800,51
8,3	108,3	1083	201,93	798,07
8,4	108,4	1084	204,38	795,62
8,5	108,5	1085	206,82	793,18
8,6	108,6	1086	209,27	790,73
8,7	108,7	1087	211,71	788,29
8,8	108,8	1088	214,16	785,84
8,9	108,9	1089	216,60	783,40
9,0	109,0	1090	219,05	780,95
9,1	109,1	1091	221,49	778,51
9,2	109,2	1092	223,94	776,06
9,3	109,3	1093	226,38	773,62
9,4	109,4	1094	228,83	771,17
9,5	109,5	1095	231,27	768,73
9,6	109,6	1096	233,73	766,27
9,7	109,7	1097	236,17	763,83
9,8	109,8	1098	238,62	761,38
9,9	109,9	1099	241,06	758,94
10,0	110,0	1100	243,52	756,48

Nous ne prolongeons pas davantage cette table, parce qu'il est aisé à chacun de la pousser à sa dernière limite, en prenant pour base ce fait que 1 centième de sucre dissous par litre équivaut à 0,00409 de densité et réciproquement. Chaque millième représente, par conséquent, une augmentation de 0,000409 de densité.

Il en résulte que chaque gramme ou millième d'augmentation dans la densité du litre répond à 2gr,444987555 de sucre. On peut adopter la fraction 2,44499, qui donne un résultat approché *à moins d'un centigramme* par litre.

Table de densité des dissolutions sucrées à la température moyenne de 19° 2.

POIDS DU LITRE. DENSITÉ.	SUCRE DISSOUS.	POIDS DU LITRE. DENSITÉ.	SUCRE DISSOUS.
Grammes.	Centièmes.	Grammes.	Centièmes.
1000	0,00	1147	0,34
1004	0,01	1152	0,35
1008	0,02	1157	0,36
1012	0,03	1162	0,37
1016	0,04	1167	0,38
1020	0,05	1172	0,39
1024	0,06	1177	0,40
1028	0,07	1182	0,41
1032	0,08	1187	0,42
1036	0,09	1193	0,43
1040	0,10	1199	0,44
1045	0,11	1204	0,45
1049	0,12	1209	0,46
1053	0,13	1215	0,47
1057	0,14	1220	0,48
1061	0,15	1225	0,49
1065	0,16	1230	0,50
1069	0,17	1235	0,51
1073	0,18	1241	0,52
1077	0,19	1246	0,53
1081	0,20	1252	0,54
1085	0,21	1257	0,55
1090	0,22	1263	0,56
1095	0,23	1268	0,57
1100	0,24	1273	0,58
1104	0,25	1279	0,59
1109	0,26	1284	0,60
1113	0,27	1289	0,61
1118	0,28	1295	0,62
1123	0,29	1301	0,63
1128	0,30	1307	0,64
1133	0,31	1362	0,65
1137	0,32	1317	0,66
1142	0,33	1321	0,666

On voit par cette table que chaque centième de sucre, contenu dans une dissolution aqueuse d'un litre, produit une augmentation de densité d'environ 4 grammes ou de 4 millièmes (0,00409)[1]; mais ces chiffres, donnés par plusieurs auteurs, sont fort loin d'être vrais, et l'on ne doit pas perdre de vue que la densité ou le poids d'un liquide sucré ne donne des indications moyennes suffisantes que lorsque la liqueur renferme seulement du sucre et de l'eau. Ainsi la densité des jus non déféqués ne signifie pas grand'chose et ne fournit à la pratique qu'un élément approximatif, dont l'habitude seule peut apprendre à tenir compte, sans des erreurs trop sensibles.

Il n'en est pas de même des liquides *bien déféqués*, filtrés et clarifiés, dont la densité se rapproche davantage de l'exactitude. Si donc on introduit du liquide sucré dans une pipette jaugée, d'un décilitre de capacité et tarée à l'avance, le poids du liquide donnera très-approximativement la proportion de sucre dissous, pourvu que cet essai ne se fasse qu'après la *clarification* et la filtration. Supposons que le poids de la liqueur soit de 123 grammes, tare déduite, nous serons en droit d'en conclure que la solution renferme 50 pour 100 de sucre; mais la défécation elle-même, quoique nous rapprochant plus de la vérité, nous laissera encore dans l'erreur, à cause de la présence des sels alcalins : comme il n'existe pas de moyens industriels de précipiter ces sels et qu'ils se trouvent constamment dans les moûts, nous serons conduits à un chiffre d'autant plus fort et plus erroné que les jus en renfermeront davantage, ce qui dépend de circonstances très-diverses. Enfin, si l'on sait, d'autre part, qu'un degré de l'aréomètre de Baumé ou du pèse-sirop répond à 0,0185 environ de sucre dissous, on pourra dresser une table de correspondance qui donnera immédiatement la richesse en sucre d'une dissolution sucrée, en admettant que la liqueur ne contienne que du sucre. Dans le cas contraire, il va de soi que les résultats seraient trop forts, et, par là même, inexacts.

[1] Cette *raison progressive* de 0,00409 paraît être trop faible pour les hautes densités, dans lesquelles elle s'élève jusqu'à 0,005 et au delà ??...

Table des degrés aréométriques des dissolutions sucrées et de leur richesse en sucre.

DEGRÉS ARÉOMÉTRIQUES Baumé.	SUCRE DISSOUS.	DEGRÉS ARÉOMÉTRIQUES Baumé.	SUCRE DISSOUS.
1	0,018	18	0,334
2	0,035	19	0,352
3	0,052	20	0,370
4	0,070	21	0,388
5	0,087	22	0,406
6	0,104	23	0,424
7	0,124	24	0,443
8	0,144	25	0,462
9	0,163	26	0,481
10	0,182	27	0,500
11	0,200	28	0,521
12	0,218	29	0,541
13	0,237	30	0,560
14	0,256	31	0,580
15	0,276	32	0,601
16	0,294	33	0,622
17	0,315	34	0,644
		35	0,666

On peut obtenir la valeur très-approximative d'une liqueur sucrée, en multipliant le nombre de degrés donnés par l'aréomètre au moyen du nombre fixe 0,0185, qui représente la moyenne entre les faibles densités et les plus élevées.

Un décilitre de solution saccharine, pesant 123 grammes et contenant 50 centièmes de sucre, marque 27° à l'aréomètre de Baumé.

Nous bornons ici ces observations générales relatives à la densité, et à son application à la vérification de la valeur des liquides sucrés ; nous les compléterons d'ailleurs par une note complémentaire. Concluons, en terminant, que l'appréciation par les aréomètres est le plus souvent inexacte, que cette inexactitude est *toujours* au détriment du fabricant, et cependant que, presque partout, cette base sert de point de départ pour le contrôle fiscal. Nous ne saurions trop nous élever contre cette révoltante iniquité, sur laquelle nous aurons à revenir à la fin du livre suivant.

On ne doit pas se lasser de répéter ce principe :

Les indications de l'aréomètre sont absurdes et illusoires, toutes les fois que l'on n'agit pas sur des solutions de sucre parfaitement pures.

CHAPITRE IV.

DESCRIPTION ET CULTURE DES PRINCIPALES PLANTES SACCHARIFÈRES. CONDITIONS AGRICOLES A RÉALISER POUR LA PRODUCTION DU SUCRE CRISTALLISABLE. PRIX DE REVIENT CULTURAUX. — RENDEMENTS THÉORIQUES ET PRATIQUES.

Le fabricant de sucre doit connaître les plantes saccharines sur le jus desquelles il opère ; cette vérité est presque banale à force d'être incontestable. Qu'on ne se méprenne cependant pas au sens de ce précepte et qu'on ne lui attribue pas seulement une importance secondaire; nous le regardons, en effet, comme un des principes fondamentaux dont le fabricant ne doit jamais se départir.

S'il ne connaît pas la plante qu'il *travaille*, s'il ne sait pas apprécier quelles sont les exigences culturales qu'elle comporte, s'il n'en a pas fait une étude approfondie en ce qui touche les engrais qu'elle demande, les façons et cultures qu'elle requiert pour produire un *maximum* donné de matière sucrée, il fera du sucre, cela est vrai, mais il tombera malgré lui dans la routine, ou plutôt il n'en sortira jamais. Jugeant mal par le manque de connaissances suffisantes, croyant que tout repose dans ses chaudières et ses appareils, il se traînera de mécomptes en mécomptes jusqu'à une catastrophe probable, à moins qu'il sache s'arrêter à temps sur le bord de l'abîme. Les désastres les plus terribles naissent souvent de causes futiles en apparence, et l'homme sage les étudie avec soin pour les connaître et les éviter.

« Je suis industriel et non cultivateur, nous disait un jour un fabricant ; j'achète des betteraves et j'en retire du sucre..., voilà mon affaire. »

Pauvre raison, en vérité, que celle-là, et à laquelle il ne nous fut que trop facile de répondre. Cet industriel *achetait une matière première inconnue* pour la transformer en un *produit problématique*, puisque l'on sait que, d'année en année, selon une foule de circonstances culturales, le rendement de

la betterave varie dans une proportion très-considérable. Nous pourrions en dire autant de toutes les plantes saccharifères, et c'est ici le lieu de formuler le précepte général qui résulte des observations par lesquelles nous commencions le chapitre précédent :

« On ne doit jamais acheter une matière saccharine qu'en raison du sucre réel qu'elle contient, ce qui implique la nécessité de recourir aux procédés de la saccharimétrie, et de connaître la culture à laquelle ont été soumises les plantes saccharifères. »

Il est très-facile à la culture de fournir sur un espace donné le *double* du poids habituel ; mais, dans ce cas, il est très-probable que la proportion relative de sucre sera de beaucoup inférieure au chiffre normal. En tout cas, on aura à traiter plus de matière pour un résultat inférieur ou à peine égal, ce qui constitue un déficit très-appréciable.

Nous étudierons sommairement les principales plantes saccharines, la *canne*, le *sorgho*, le *maïs*, la *betterave* et la *carotte*, tant sous le rapport descriptif qu'au point de vue cultural, afin d'obvier autant qu'il est en nous à la fatale tendance qui entraîne les hommes d'industrie à ne voir trop souvent que la superficie des choses.

CANNE A SUCRE.

La *canne à sucre* (*saccharum officinarum*) est une belle et robuste plante (fig. 17) de la famille des *graminées ;* elle appartient au genre *cannamelle* et à la tribu des *saccharinées*. Sa racine genouillée et fibreuse supporte une tige articulée, luisante, très-lisse, comme enduite d'un vernis imperméable formé par une cire végétale particulière.

Les feuilles de la canne sont engaînantes à leur base, à la façon de celles du froment ou du maïs ; comme celles-ci, elles présentent des stries ou des filets dans le sens de la longueur, et elles sont supportées par une nervure médiane épaisse, d'une couleur moins foncée que le reste de la feuille. Elles partent des nœuds de la tige, sur laquelle on peut en compter, en moyenne, de quarante à cinquante ; elles s'étalent en éventail au sommet et tombent graduellement dans l'ordre de leur apparition, c'est-à-dire à partir des nœuds les plus rapprochés du sol.



(Fig. 17.)

On peut se faire une notion générale du port de la canne à sucre en se reportant à celui du grand *maïs,* qui en est presque la copie réduite. Ainsi, que l'on se représente une tige énorme de maïs, haute de 3 ou 4 mètres, revêtue à sa partie supérieure de feuilles en beaux rubans, larges quelquefois de 5 centimètres sur une longueur de plus de 1 mètre, partagée en tronçons très-apparents (fig. 18) par des nœuds éloignés d'environ 8 centimètres 1/2 les uns des autres, et l'on aura une idée suffisante de l'extérieur de la canne à sucre, si l'on n'a pu la voir ou l'examiner à loisir.

Les tiges de la canne ont un diamètre moyen de 3 centimètres 1/2 à 4 centimètres.

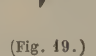
Au lieu d'être creuses, fistuleuses, dans l'intervalle des nœuds, comme cela arrive dans un grand nombre de graminées, les froments et les céréales, par exemple, elles sont remplies d'une moelle spongieuse, traversée longitudinalement par de nombreux filets d'apparence fibreuse. Ces filets sont des faisceaux vasculaires enveloppés d'une sorte de gaîne ligneuse. Cette organisation se remarque également dans les tiges du maïs et du sorgho.

La canne à sucre est vivace par sa racine, et il en est de même de toutes les cannamelles.

Lorsque les tiges sont parvenues au terme de leur croissance, on voit s'élancer du sommet un jet allongé, surmonté par une panicule de fleurs blanchâtres (fig. 19); c'est à ce jet que l'on donne aux colonies le nom pittoresque de *flèche.*



(Fig. 18.)



(Fig. 19.)

Dans les régions tropicales, la canne produit des graines qui parviennent à leur maturité complète; mais il n'en est pas ainsi dans la plupart des contrées où l'on cultive la canne, et où les graines avortent le plus souvent.

Les principales variétés cultivées de la canne à sucre sont la *canne à rubans violets* ou *canne de Batavia,* la *canne d'Otaïti,* et la *canne de Bourbon* ou *canne créole.*

La première est la plus vigoureuse, celle qui résiste le mieux à l'intempérie et que l'on cultive de préférence à la Louisiane. La canne d'Otaïti est *peut-être* un peu plus riche en sucre.

Culture de la canne à sucre. — Comme toutes les plantes possibles, la canne est soumise à l'influence des diverses circonstances climatériques et culturales. Le *choix du sol,* sa *préparation,* les *engrais,* le *choix de la variété* la plus profitable, selon la contrée qu'on habite, le *mode* et l'*époque de la plantation,* les *soins de culture* et *travaux d'entretien,* l'*époque de la récolte* et les *soins de conservation* doivent être l'objet d'une étude approfondie pour les planteurs avides du progrès et qui ont à cœur leur véritable intérêt.

Il n'est pas moins nécessaire de connaître les *accidents, maladies* et *altérations* qui peuvent attaquer la canne à sucre.

Malheureusement la plupart des planteurs font cultiver selon les données de la routine plutôt que d'après les lois de la saine agriculture; partisans de vieux préjugés, ils croient souvent que rien ne peut être mieux fait que ce qu'ils font, et les travaux de plusieurs hommes recommandables n'ont pas encore

réussi à faire ouvrir les yeux à la masse. Quelques rares exceptions se sont montrées cependant depuis peu d'années, et d'après les tendances d'un certain nombre de planteurs, le temps ne semble pas éloigné où la canne à sucre ne sera plus l'objet d'une agriculture exceptionnelle, presque sauvage et barbare.

Nous allons exposer le mode de culture le plus généralement suivi, en y joignant nos propres observations sur les améliorations dont il serait susceptible.

Choix du sol. — Les terres grasses, fortes, ou basses et très-humides ne conviennent pas à la canne...; elle y végète admirablement, comme dans les sols nouvellement défrichés, mais son suc contient plus de matières mucilagineuses et azotées et moins de sucre. D'habiles observateurs pensent que, dans ces terrains, il se produit une notable quantité de sucre incristallisable ou liquide, et nous partageons complétement leur opinion.

Ces sortes de terres ne sont favorables à aucune plante sucrière : non pas qu'elles ne puissent y vivre, loin de là ; mais si elles y prennent un accroissement considérable, elles y deviennent plus aqueuses et le sucre en est bien plus difficile à extraire. Nous verrons plus loin que la betterave elle-même ressemble à la canne sous ce rapport, et que, dans les terrains dont nous parlons, son volume s'accroît aux dépens du sucre, tout en augmentant les frais d'extraction.

Si, au contraire, on plante la canne en terre sèche et aride, la plante prend un très-faible développement et ne donne que peu de vesou. Elle se dessèche sur pied de très-bonne heure, et si le sucre en est parfait, la quantité en est trop peu considérable.

C'est entre ces deux extrêmes que se trouvent les bonnes conditions pratiques.

Il faut à la canne une terre riche en humus, substantielle, profonde, très-meuble ou facile à ameublir, conservant une humidité moyenne ; les sols d'alluvion légers, de nature argilo-sablonneuse, bien fécondés par la présence des débris végétaux, sont ceux qu'elle préfère. Le planteur ne doit jamais perdre de vue cette règle importante : il y va de l'avenir de son établissement.

Si nous voulons nous reporter aux règles naturelles que suit

la végétation des plantes[1], nous verrons que les terres argileuses retiennent une proportion considérable de principes azotés dont les végétaux s'emparent, qu'elles leur fournissent en outre des matériaux *alcalins*, et nous savons que ces corps ont une influence pernicieuse sur le sucre prismatique.

Le sucre est un corps hydrocarboné, ennemi de l'azote, des acides et des alcalis; si nous voulons le produire, il ne faut pas nous adresser à des terres qui renferment ou produisent, par décomposition, les principes qui lui sont opposés. C'est du carbone qu'il lui faut, le plus possible, avec une juste proportion d'eau. Les sols humifères, légers et substantiels, abondamment pourvus de débris végétaux peu azotés, lui fourniront son élément indispensable.

Donc, pas de terres argileuses pour la canne à sucre !

Les sables modérément humides, riches en humus, lui vaudraient mieux.

Les terrains nouvellement défrichés ou *terres neuves* sont pernicieux à la canne en ce que les substances végétales qui y sont renfermées, dans les premiers temps de leur décomposition, dégagent une faible portion de leur carbone à l'état d'acide carbonique, mais surtout une quantité trop considérable d'azote et d'ammoniaque.

Lorsque ce premier mouvement de décomposition fermentative est terminé, les débris de plantes restent dans le sol à l'état de terreau peu azoté, mais, en revanche, très-riche en carbone : ces sols, appelés *vieilles terres*, commencent alors à convenir à la canne, pourvu que leur nature physique soit dans les conditions que nous avons décrites, c'est-à-dire s'ils sont meubles et substantiels, légers et pourvus d'une humidité suffisante sans être excessive.

Le sous-sol des terres à cannes doit être perméable à l'eau et à l'air ; s'il n'en est pas ainsi, on le rendra tel par le drainage ou par des rigoles d'écoulement et des fossés couverts, pratiqués à 1 mètre de profondeur.

Tels sont les principes qui doivent guider le planteur dans le choix d'une terre à cannes : il doit éviter les terres grasses et argileuses, à sous-sol imperméable, les terrains bas et trop humides, les sols arides et trop dépourvus d'humidité, s'il

[1] Voir *Chimie de la ferme*, 1858.

veut obtenir un maximum donné de sucre facile à travailler.

Préparation du sol. — Dès le jour où les planteurs comprendront leur véritable intérêt, ils sentiront la nécessité de cultiver les terres à cannes selon les véritables principes de l'art agricole. Un défoncement profond et deux bons labours à la charrue seraient indispensables pour ameublir la terre d'une manière convenable. Malheureusement, il n'en est pas encore ainsi, et les instruments aratoires sont à l'état de simplicité primitive dans la plupart des pays sucriers.

On partage les terres en pièces carrées[1], aboutissant au moins par un côté au chemin d'exploitation, et on les sépare par des intervalles de 5 à 7 mètres, destinés au passage des charrettes de transport et servant à isoler les pièces dans les cas d'incendie qui sont loin d'être rares.

On creuse alors à la *houe* des fosses longues de 40 à 50 centimètres, larges de 35 à 40 et profondes de 16 à 20 centimètres. La terre qui en provient est déposée sur le bord pour servir plus tard à recouvrir les boutures; on abandonne ensuite la terre aux influences atmosphériques jusqu'à l'époque de la plantation.

Dans quelques vignobles arriérés de nos provinces septentrionales, on prépare encore d'une façon analogue la terre destinée à recevoir les *boutures* de vigne; mais il faut avouer que ce qui est possible et presque nécessaire pour cette dernière plante est une anomalie pour la canne à sucre. Nos vignes sont plantées le plus souvent sur des pentes inclinées, où la charrue ne pourrait fonctionner; le sol pierreux ou siliceux exige d'ailleurs la culture en fosses, pour éviter que la bonne terre, trop ameublie par la charrue, ne roule au fond des vallons à la première averse. Mais aucune de ces raisons n'existe pour la canne. Une bonne charrue défonceuse fouillerait aisément le sol et l'ameublirait à 25 ou 30 centimètres de profondeur, la terre serait rendue plus perméable aux influences atmosphériques, et la plantation à la charrue, essayée déjà avec succès en divers endroits, viendrait compléter une amélioration culturale si désirable à tous égards. Il y a encore à ajouter à cela une raison d'économie et d'humanité tout à la fois, en dehors

[1] Les pièces ont le plus souvent 100 mètres de côté, soit 1 hectare de superficie.

de la plus-value des résultats à obtenir par une culture mieux entendue.

La préparation du sol à la charrue faciliterait le travail des noirs et rendrait leur triste situation moins déplorable. Le travail à la houe, sous les ardeurs d'un soleil brûlant, est un véritable supplice pour ces malheureux, qui n'ont pas perdu la qualité d'hommes par le fait de leur couleur.

Nous n'avons pas à traiter ici la question de l'esclavage, mais nous protestons contre tous ceux qui ne cherchent pas à adoucir le sort des travailleurs, sans distinction d'hommes libres ou d'esclaves, de blancs ou d'hommes de couleur. L'homme véritablement intelligent sait qu'il obtiendra beaucoup plus et mieux de ceux qui le servent, s'il rend leur travail plus facile et leur condition meilleure : ajoutons qu'il tombe sous le sens commun qu'un sol mieux cultivé, avec moins de fatigues et de dépenses, rapportera plus à son propriétaire et à un prix de revient moins élevé qu'une terre mal cultivée, à grands renforts de bras et à force de capitaux.

Engrais. — On a avancé à tort, pour les besoins d'une mauvaise cause, que les *engrais* manquent dans les pays sucriers : cela est inexact ; les fumiers ne font pas défaut dans les contrées sucrières plus que partout ailleurs, mais on ne s'en sert pas. Les *pailles de canne*, c'est-à-dire les feuilles sèches, les cendres et quelquefois les végétaux enfouis sont les seuls engrais que l'on emploie, et l'on a bien raison. On peut cependant se servir avec avantage du *fumier pailleux*, ou du fumier ordinaire bien préparé et mélangé d'une certaine quantité de terre.

Le meilleur engrais pour la canne et pour tous les végétaux saccharifères consiste dans les détritus de plantes privés des matières ammoniacales par la fermentation. Les matières salines et azotées, le sang, les débris animaux sont nuisibles à la production saccharine, malgré l'opinion des auteurs des doctrines nouvelles sur le rôle de l'azote dans la vie végétale.

L'écobuage, qui consiste à brûler sur le sol les débris des gazons et des plantes qui s'y trouvent, offre l'avantage de détruire un grand nombre d'insectes; mais il faut plutôt voir, dans cette opération, un amendement qu'un engrais.

En résumé, il ne faut pas perdre de vue le principe réel qui doit servir de base à l'emploi des engrais : la plante, essentiel-

lement carbonée, se nourrit de carbone avant tout, et l'azote n'est et ne peut être qu'un accessoire dans la vie végétale.

Il va sans dire que nous ne préjugeons pas ici la question des amendements, bien différente de celle des engrais, et que le sol doit être amené, autant que possible, à une composition rapprochée de la normale.

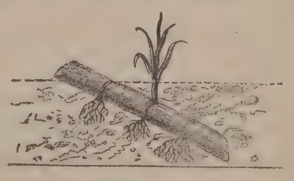
Choix de la variété. — Il n'est pas possible de donner dans un livre des indications même générales à ce sujet ; c'est au planteur à se guider sur l'expérience et les exigences de la contrée et du climat qu'il habite.

Mode et époque de la plantation.— Les cannes se reproduisent habituellement de *rejetons* ou de *boutures*.

Les rejetons s'obtiennent facilement en laissant se regarnir jusqu'au mois d'octobre ou de novembre les champs de cannes récoltés en février. Les boutures sont des morceaux de canne d'environ 50 centimètres de longueur, portant plusieurs bourgeons ou œilletons, que l'on coupe vers le sommet des cannes bien développées, au-dessous de la flèche.

On place trois ou quatre boutures ou rejetons dans chacune des petites fosses dont nous avons parlé, avec le soin de mettre au fond un peu de fumier, et d'incliner les boutures sous un angle de 45 degrés environ ; c'est ce qu'on appelle planter en *canon*. Les boutures sont recouvertes de 3 ou 4 centimètres de terre seulement pour que la fosse retienne la pluie et les eaux d'arrosage. Cette disposition est indiquée par la figure 20.

La ligne inférieure représente le fond de la fosse ou petite tranchée, la bouture laisse apercevoir les radicules et la jeune pousse ou tigelle. La ligne pointée marque le niveau de la terre mise sur la bouture qui sort un peu de terre.



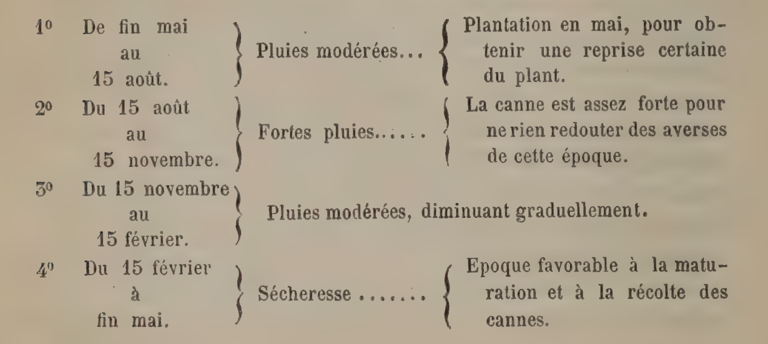
(Fig. 20.)

Il est évident que les fosses devront être nivelées dans les terrains humides, afin d'éviter les chances de pourriture ; on devra même, au besoin, pratiquer des tranchées et des rigoles d'écoulement; mais la précaution de ne pas combler les fosses pour retenir l'eau est indispensable partout ailleurs.

Les cannes se plantent en toute saison, *lorsqu'on ne peut pas faire autrement ;* mais cette pratique est vicieuse et contraire aux règles les plus élémentaires; le plus souvent on plante

en octobre, novembre et décembre, pour récolter quinze ou seize mois plus tard.

M. de Caseaux, se fondant sur la nécessité indispensable de l'eau pour la reprise des plants, a proposé un mode de plantation qui nous semble mériter une sérieuse attention. Ses observations nous ont conduit à dresser le tableau suivant :



1°	De fin mai au 15 août.	Pluies modérées...	Plantation en mai, pour obtenir une reprise certaine du plant.
2°	Du 15 août au 15 novembre.	Fortes pluies......	La canne est assez forte pour ne rien redouter des averses de cette époque.
3°	Du 15 novembre au 15 février.	Pluies modérées, diminuant graduellement.	
4°	Du 15 février à fin mai.	Sécheresse	Epoque favorable à la maturation et à la récolte des cannes.

D'après le système de ce planteur, les cannes restent seulement douze mois au plus sur le sol.

Lorsque les cannes ne reprennent pas toutes, il est indispensable de remplacer les manques; c'est ce qu'on appelle *recourer* une plantation. On pratique quelquefois le *recourage* jusqu'à deux ou trois fois, si la saison est très-sèche, ou bien si l'on n'a pu arroser convenablement. La méthode de M. de Caseaux semble devoir éviter cet inconvénient, duquel il résulte qu'à la récolte, toutes les cannes ne sont pas arrivées au même degré de maturité.

Soins de culture. — Aussitôt que les cannes commencent à pousser, leur premier besoin consiste dans la suppression des mauvaises herbes, au moyen du sarclage qu'on réitère trois ou quatre fois, jusqu'à ce que les cannes aient atteint une hauteur de 60 à 65 centimètres. A cette époque, la richesse de leur végétation est telle qu'elles étouffent les plantes parasites sous leurs feuilles. Les sarclages se font par un temps sec, pour que les plantes arrachées meurent rapidement, et à chacune de ces opérations on remplit graduellement la fosse avec la terre qui en a été extraite pour la plantation. On s'arrange même pour que le dernier sarclage procure un léger buttage aux touffes.

Mais ce dont les jeunes cannes ont un besoin aussi grand, c'est d'être arrosées de temps en temps pendant la première période de leur croissance et en temps de sécheresse. Cette précaution est de la plus grande importance pour les plantations, qui y trouvent l'élément le plus sûr du succès.

Le premier nœud de la canne paraît de trois à cinq mois après la plantation, selon les circonstances; elle ressemble alors à la figure 21 : à partir du moment de l'apparition de ce nœud, il se montre à peu près régulièrement un nœud par semaine, et il tombe une feuille dans le même laps de temps, en sorte que, vers le mois d'août, époque à laquelle la *flèche* s'élance, la canne porte en moyenne de vingt-cinq à quarante nœuds utiles.



(Fig. 21.)

Les sommités devront se couper au-dessus de la dernière feuille desséchée.

Époque de la récolte. — Comme toutes les plantes à sucre, la canne doit se récolter au moment de sa *maturité industrielle,* c'est-à-dire lorsqu'elle renferme le plus de matière sucrée cristallisable; nous verrons tout à l'heure quelle est la manière dont on doit comprendre ce précepte.

On récolte habituellement les cannes à un an ou à quinze mois, quelquefois même on attend seize ou dix-huit mois pour les cannes venant de boutures, dont la maturité est un peu plus tardive.

Les cannes sont coupées par le pied, à l'aide d'un fort coutelas, de manière que la section représente un plan oblique ou en sifflet; cette disposition facilite l'engagement des cannes entre les cylindres lamineurs. Elles sont divisées en tronçons de 1 mètre à 1m,30 de longueur; on les réunit en bottes qu'on lie avec les sommités de la plante elle-même [1], et on les transporte au moulin sur des *labrouëts*, sortes de petites charrettes traînées par des mulets ou même des bœufs. On les jette dans le *parc aux cannes*, qui se trouve le plus possible à proximité des cylindres.

On a soin, lors de la récolte des cannes, de supprimer la

[1] Ces sommités se nomment *amarres* pour cette raison.

flèche vers le dernier nœud, et même plus bas, si les feuilles ne sont pas séchées à cette hauteur ; car il est digne de remarque que les parties de cannes non mûres déterminent l'altération du reste. Il en est de même des sommités ou amarres qu'il ne faut jamais presser avec les cannes mêmes.

D'après le colonel Codazzi, la durée de végétation de la canne dépend de la température moyenne qu'elle éprouve selon les latitudes où elle croît ; selon cet observateur, on aurait les données moyennes suivantes :

Température moyenne.	Durée de la végétation.
25°,6	12 mois.
23°,2	14 mois.
19°,2	16 mois.

Nous ne préjugeons en rien cette question ; cependant, *à priori*, cette opinion nous paraît fort rationnelle. On a prétendu que le rendement en sucre est plus considérable pour une durée de végétation plus longue, et l'on a dressé le tableau comparatif suivant, qui indiquerait le rendement de l'hectare en sucre pour diverses contrées :

	Rendement en sucre de 1 hectare pour une durée de	
	15 mois.	1 an.
Martinique, cannes......	2,500 kil.	2,000 kil.
Guadeloupe, cannes......	3,000	2,400
Bourbon, cannes........	5,000	4,000
Brésil, cannes..........	7,500	6,000
France, betteraves.......		1,500 à 2,400 kil.

De son côté, M. de Caseaux donne comme le véritable indice de la maturité d'un nœud la chute de la feuille qui lui appartient, et il prétend que la canne ne gagne plus rien après le douzième ou le treizième mois. Il assure, avec beaucoup d'apparence de raison, que, selon la nature humide ou sèche du terrain, les circonstances climatériques d'une année pluvieuse ou sèche, un grand nombre de cannes seront pourries ou sèches à quinze mois, ce qui impliquerait la nécessité de récolter plus tôt.

Quoi qu'il en soit, les *cannes folles* qui ont crû dans des *terres neuves*, les *amarres*, les *cannes passées*, coupées trop longtemps après avoir fléchi, les *cannes grillées*, desséchées par le soleil, celles qui ont été gelées, celles qui ont été couchées par les vents, sont peu propres à la fabrication sucrière. Les unes rendent peu de jus, les autres sont altérées ou susceptibles

d'une fermentation rapide et de décomposer le vesou des bonnes cannes. Il importe de ne pas les mélanger avec le reste de la récolte, dans les conditions actuelles de la fabrication.

En moyenne pratique, les cannes plantées en octobre, novembre et décembre, se récoltent en février, mars, avril et mai, au moment de la plus belle saison; mais M. de Caseaux insiste pour que les cannes de boutures soient récoltées à douze mois, et celles de rejetons à onze, et il regarde la dessiccation et la chute des feuilles comme le seul signe de la maturité, ainsi que nous l'avons déjà fait observer.

Remarquons, en passant, que cet indice se montre à une époque nécessairement variable, selon les différences de sol, de culture et de climat. Il ne faut donc pas se hâter de prendre une conclusion absolue quant à l'époque de la récolte, puisqu'elle dépend, avant tout, de la maturité. Il est vrai de dire que, dans les pays sucriers, on ne se guide pas souvent sur des données aussi rationnelles; le plus ou moins grand nombre de bras, la nécessité de travailler le sucre toute l'année et d'autres raisons encore font que bien des planteurs consultent plutôt les exigences de la nécessité que le temps de la maturité pour opérer les travaux de la récolte. Il résulte des pertes considérables de ce fâcheux état de choses.

Conservation. — Il n'a encore été fait aucun effort sérieux pour parvenir à conserver *industriellement* les cannes coupées, et l'on sait qu'un séjour de quelques heures dans le parc aux cannes suffit pour les altérer et les faire entrer en fermentation.

M. Payen émet l'opinion qu'en trempant le bout des cannes dans une dissolution de bisulfite de chaux, aussitôt qu'elles viennent d'être coupées, on pourrait prévenir la fermentation... Ce résultat ne nous paraît guère probable, si nous nous en rapportons aux principes et aux faits qui régissent la fermentation; aussi considérons-nous cette idée comme absolument hypothétique.

On ne pourrait recourir tout au plus qu'à la dessiccation, si l'on voulait parvenir à un bon effet, et encore devrait-on soumettre rapidement les cannes divisées en tronçons à une température suffisante pour détruire les ferments, tout en enlevant l'eau de végétation.

Le mieux à faire, dans les conditions actuelles, est de travailler la canne au fur et à mesure de sa récolte, et nous reviendrons sur cette idée dans le livre suivant, qui traite de la fabrication du sucre brut.

Accidents.— Les champs de cannes peuvent devenir la proie des incendies, pour lesquels la matière sucrée est un aliment très-actif. Le seul remède au fléau consiste à lui faire sa part et à circonscrire le feu dans une pièce en l'isolant de celles qui l'avoisinent.

Un second accident très-grave pour les planteurs, auquel on ne peut malheureusement pas obvier, consiste dans les ouragans qui ont lieu en novembre et décembre : sous leur action violente les cannes sont renversées, et l'humidité du sol les fait pourrir en très-peu de temps, lorsqu'elles ne servent pas de pâture aux rats, qui en sont très-friands.

Ces animaux font souvent de grands ravages parmi les plantations de cannes ; ils les attaquent près du sol, et toutes celles qui sont rongées sont perdues et ne fournissent qu'un suc altéré, très-fermentescible, qui agit de la manière la plus nuisible sur le reste du vesou, et le fait fermenter très-promptement.

On les fait détruire par des nègres, on dresse des chiens à leur faire la chasse, ou encore on fait porter des couleuvres dans les champs infestés, et ces reptiles font aux rats une guerre acharnée. Mais le meilleur moyen de s'en défaire consiste à brûler les pailles sur le champ en mettant le feu aux extrémités; les rats se réfugient au centre de la pièce où l'on a ménagé un certain nombre de cannes pour leur inspirer de la sécurité. On en fait ainsi périr un très-grand nombre.

Les fourmis sont les ennemis les plus redoutables des planteurs, et l'on ne possède aucun moyen efficace de destruction contre ces insectes.

Certains pucerons, quelques larves attaquent encore la canne, qui est, d'ailleurs, sujette à la rouille dans les terrains trop humides, qu'on n'a pas pris soin d'assainir.

SORGHO SUCRÉ.

Nous ne chercherons pas à établir si la plante connue aujourd'hui sous le nom de *sorgho sucré* est un véritable *holcus*,

ou une espèce voisine de la canne, et nous ne discuterons pas sur le nom de *canne à sucre de la Chine,* que plusieurs écrivains lui ont donné. Cette question serait oiseuse pour le fabricant, et elle ne peut offrir qu'un intérêt secondaire purement théorique.

Quoi qu'il en soit, le sorgho sucré (*holcus saccharatus*) appartient à la famille des *graminées* et à la tribu des *phalaridées ;* c'est un beau végétal, qui atteint quelquefois une hauteur de plus de 5 mètres, et dont la taille moyenne est de 2^m,50 à 3 mètres. Nous en donnons la description détaillée.

Le sorgho sucré est *vivace* par sa racine persistante, qui est une souche fibreuse, douée d'une vitalité très-énergique.

Il s'en élance ordinairement cinq ou six *tiges* ou *pousses* marquées de nœuds analogues à ceux de la canne à sucre, graduellement plus éloignés les uns des autres en avançant vers le sommet.

Les tiges sont lisses et donnent, à chaque nœud, naissance à une *feuille* engaînante, retombante, large de 4 à 6 centimètres, longue de 45 à 60, offrant, comme celle de la canne ou du maïs, une nervure médiane plus épaisse et blanchâtre.

La tige forme au sommet une *flèche* allongée, garnie d'une *panicule* étalée et retombante que l'on a comparée au chapeau chinois de la musique militaire. Cette panicule porte les *graines* sphéroïdales, assez allongées, qui sont recouvertes par un épiderme rougeâtre, et fixées sur une sorte de *cupule* de couleur marron ou grenat foncé.

Le sorgho sucré a été introduit en France par M. de Montigny, consul à Shang-Haï, qui en envoya des graines à la Société de géographie de Paris, en 1851. Depuis cette époque, grâce aux soins zélés de plusieurs personnages honorables, cette plante a pris place dans les cultures du midi de la France et spécialement dans celles de l'Algérie.

Culture du sorgho sucré. — Nous diviserons les notions relatives à la culture du sorgho de la Chine en plusieurs paragraphes, afin d'en faire l'étude de la manière la plus méthodique qu'il nous sera possible. Elles porteront sur le *choix du sol*, sur l'*engrais,* sur la *culture* proprement dite, comprenant la *préparation de la terre*, l'*ensemencement,* les cultures et soins d'*entretien* et la *récolte.*

Choix du sol. — D'après les meilleurs observateurs et leurs

expériences comparatives, le sorgho peut réussir dans tous les sols. Il préfère cependant les terrains d'alluvion, les sols chauds et humides, susceptibles d'être arrosés ou irrigués. Ajoutons que les terrains nouvellement défrichés paraissent ne pas convenir à cette plante. Il va de soi que, pour la production du sucre, on doit éviter de semer le sorgho dans des sols trop riches en sels minéraux solubles.

On se guidera, d'ailleurs, dans l'assolement que l'on doit suivre et la place que l'on peut accorder au sorgho, sur ce fait remarquable constaté par M. de Beauregard, que la culture du sorgho est moins épuisante qu'elle semblerait l'être au premier aperçu. Du reste, il est facile de se rendre un compte suffisant de cette particularité, si l'on fait attention au peu d'avidité du sorgho pour les sels minéraux et à sa composition hydrocarbonée. Les détails analytiques que nous avons donnés précédemment, joints à la constitution physique bien connue de cette plante, conduisent à cette conséquence forcée que, dans tous les cas, elle est moins absorbante, moins épuisante que la plupart des graminées de nos assolements. De l'eau, de l'acide carbonique, peu de sels et d'azote, tels sont les éléments de sa nutrition.

Engrais propres au sorgho. — Comme toutes les plantes saccharifères, le sorgho redoute les engrais animaux fortement azotés ; les engrais salins ne peuvent lui convenir. On se trouvera bien de l'emploi de la bagasse, des résidus et débris végétaux, des tourteaux, des tourbes désacidifiées, et surtout des légumineuses et autres plantes enfouies en vert.

En tout cas, on ne devra jamais le semer que sur vieille fumure, si l'on veut éviter une grande abondance de matières mucilagineuses et de sucre liquide aux dépens du sucre prismatique.

C'est faute d'avoir observé cette règle que les essais sur le sorgho ont été infructueux dans les départements septentrionaux ; mais nous avons la certitude que son accomplissement permettra de doter définitivement la sucrerie de cette magnifique plante.

Préparation de la terre.— Le sol destiné à recevoir le sorgho sera préparé par un labour d'hiver et un de printemps, suivis chacun d'un hersage énergique. L'engrais sera enfoui par le dernier labour, si l'on se décide à employer une fumure quel-

conque. Le tourteau se met avec la graine au moment du semis.

Ensemencement. — La graine de sorgho, étant munie d'un périsperme très-résistant, devra être trempée un jour ou deux dans l'eau pour subir un ramollissement qui facilite la germination.

Elle se sème à la volée, en lignes ou en potets, à la façon des pois et des haricots.

Le semis à la volée ne peut convenir au sorgho, et bientôt ce mode devra forcément disparaître de la plupart de nos cultures. Il rend les binages plus difficiles, et force à éclaircir les plants; le résultat de cette opération est très-irrégulier, et les influences atmosphériques profitent moins à la plante.

Le semis en potets est très-convenable pour la petite culture. On creuse à la houe une petite fosse, au fond de laquelle on place un peu de tourteau pulvérisé, puis deux ou trois graines, que l'on recouvre d'un centimètre de terre. Les plants doivent être espacés de 50 à 60 centimètres en tous sens.

Enfin le semis en lignes, au semoir ou au rayonneur, nous paraît être le seul applicable dans la grande culture. Les lignes doivent être distantes de 1 mètre, et, à l'époque du premier sarclage, le plant est espacé à 40 centimètres.

L'époque du semis est nécessairement variable et se règle sur la fin des gelées; la graine mettant à lever un temps assez long (dix à quinze jours), et ne craignant rien des froids tant qu'elle est dans le sol, on peut semer sans risque dans la première quinzaine d'avril, année moyenne. Du reste, il faut se baser sur la nécessité de donner à la plante la plus longue végétation possible, et, par conséquent, semer aussitôt qu'on peut le faire sans craindre de trop grands froids.

Quelques personnes sèment le sorgho en pépinière dès le mois de mars et le repiquent ensuite, lorsqu'il a 15 centimètres de hauteur: le sorgho supporte très-bien la transplantation; mais est-il présumable que cette opération ne retarde pas un peu la végétation de la plante et ne lui nuise pas sous le rapport du produit saccharin? Il reste à l'expérience à décider cette question.

Cultures et soins d'entretien. — On doit donner au sorgho un premier sarclage lorsqu'il a atteint de 10 à 15 centimètres; on en profite pour éclaircir les plants trop serrés. Un second binage est nécessaire un mois après le premier sarclage.

Le sorgho est longtemps à sortir de l'enfance; mais cette première période une fois franchie, sa végétation marche avec une extrême rapidité. Il sera bon d'irriguer le champ de sorgho une ou deux fois, si on le peut, et s'il n'est pourvu d'une humidité naturelle suffisante. Cependant, il convient de ne pas outrer les arrosements, et il vaudrait même mieux s'en passer, à moins que le terrain ne soit par trop sec. On sait qu'un excès d'humidité a l'influence la plus pernicieuse sur le sucre des végétaux.

Le buttage ne semble pas avoir de bons effets sur le sorgho, qui est muni de racines adventices à suçoirs, lesquels rendent cette opération à peu près inutile.

Le sorgho talle beaucoup, et chaque graine produit de six à huit cannes. Il atteint une hauteur de 2 à 4 mètres, le diamètre inférieur des tiges est de 2 à 3 centimètres, et la longueur des entre-nœuds ou mérithalles varie entre 15 et 30 centimètres.

Les épis ont de 15 à 40 centimètres et donnent de 5 à 100 grammes de graines.

Le sorgho peut se reproduire de boutures, pourvu que les boutures portent au moins un nœud formant bourrelet. Ce mode exige beaucoup d'humidité pour la reprise.

Récolte. — Le sorgho exige de cinq à six mois pour parvenir à sa maturité.

Il est remarquable que le principe sucré existe abondamment dans la flèche, au moment de la floraison; mais à mesure que la plante mûrit, les parties supérieures perdent leur sucre et ce sont les entre-nœuds les plus rapprochés du sol qui en contiennent le plus. Il faut donc que la partie inférieure de la plante soit parfaitement mûre pour qu'on obtienne le maximum de sucre.

Cette maturité s'annonce par celle de la graine, dont l'enveloppe passe du jaune au brun, puis au violet foncé presque noirâtre, par une série de dégradations successives.

Il est digne de remarque que des arrosements excessifs donnent au sorgho la tendance à ne produire que de la fécule au lieu de matière saccharine.

La récolte doit se faire en coupant les cannes de sorgho au fur et à mesure de leur maturité. On supprime la flèche avec l'avant-dernier nœud et les feuilles, et l'on fait écraser

et presser le plus rapidement possible, la plante fermentant assez promptement.

On a proposé comme moyens de conservation l'obturation de la section, l'ensilage, la dessiccation : ces moyens doivent être l'objet de nouvelles expériences par rapport à la fabrication sucrière. Il faut également attendre les résultats de l'observation pour parler sûrement des maladies qui peuvent attaquer la canne à sucre de la Chine.

Comme il est bon d'avoir tous les éléments nécessaires pour éclairer une question économique, nous croyons devoir mettre sommairement sous les yeux du lecteur un certain nombre de faits relatifs au sorgho et à sa culture.

Voici d'abord M. le marquis de Vibraye, propriétaire-agriculteur en Sologne, qui prétend constater, dans une lettre adressée au *Journal d'agriculture pratique*, que l'usage du sorgho pour l'alimentation du bétail entraîne divers inconvénients. Sous l'empire de cette nourriture, la sécrétion lactée a été diminuée de moitié, une bête a péri par météorisation, et plusieurs personnes auraient observé que le sorgho cause la stérilité des vaches !... M. de Vibraye fait bon marché du cas de météorisation qui aurait pu se produire avec tout autre fourrage, mais il conclut avec raison à la nécessité de *renouveler prudemment et consciencieusement les épreuves*.

De son côté, le baron E. Peers trouve que l'on est parti de faits analogues pour se prononcer pour ou contre le sorgho, en sorte que cette plante a eu affaire, sans connaissance de cause, à des détracteurs passionnés et à des admirateurs exagérés.

En se prononçant prématurément, écrit-il dans la *Feuille du Cultivateur*, sans avoir assez étudié la question et en se basant simplement sur quelques faits recueillis isolément, *on est arrivé à reculer peut-être de quelques années la vulgarisation de cette plante*, dont l'introduction peut être très-avantageuse à la grande culture.

En effet, les uns se montreront incrédules en présence des résultats prodigieux de production qu'on annonce, résultats qui dépassent de beaucoup comme rendement tout ce que nous obtenons par analogie dans nos fermes ; les autres, voyant à quels dangers peuvent être exposées leurs bêtes, craindront de compromettre la sûreté de leurs étables. Pour l'une ou l'autre raison, chacun jugera inutile de faire des es-

sais ; et ainsi sera ajournée pendant longtemps l'introduction d'une plante qui peut rendre de bons services.

Il n'est rien qui doive être entouré d'une plus grande somme de garanties que les innovations en agriculture. Ce n'est pas à l'état de problème qu'on peut les proposer au cultivateur; il faut, pour les lui faire accepter, qu'elles soient parfaitement claires pour lui. Et encore n'y réussit-on pas toujours ; car, en règle générale, ce n'est qu'avec une certaine défiance qu'il consent à introduire dans son exploitation les améliorations qu'on lui indique. Il a ses anciennes habitudes ; bonnes ou mauvaises, il y tient. Et, quand bien même vous arriveriez à lui démontrer qu'elles sont vicieuses, ce n'est qu'à grand'peine que vous le déciderez à les quitter. Donnons-en un exemple en passant.

Depuis cinquante ans, la betterave rouge ou disette est cultivée en Belgique avec succès pour l'alimentation du bétail ; mais il est reconnu et constaté par une foule d'expériences que cette betterave est, de toutes les espèces, celle qui renferme le moins de principes alibiles. Eh bien, nous avons fait des efforts inouïs pour faire remplacer cette racine par la betterave globe jaune, et, nous sommes forcé de l'avouer, nous avons échoué presque partout. Pourquoi ? parce que la betterave rouge a la priorité sur sa congénère jaune, parce qu'elle acquiert un grand volume hors de terre et qu'elle donne des rendements un peu plus élevés.

Nous avons en vain eu recours à tous les moyens de persuasion, en vain nous nous sommes étayé sur les faits les plus évidents, nos conseils et notre exemple n'ont pu empêcher la continuation d'une culture rétrograde.

Ce que nous disons ici, à propos de la culture de la betterave rouge, se produira également à l'égard du sorgho, et d'autant mieux que son introduction est toute récente, et que dès son apparition il a soulevé des opinions contradictoires et s'est vu en butte à des accusations très-graves.

Quoi qu'il en soit, nous ne désespérons pas de le voir un jour occuper une belle place parmi nos plantes fourragères ; car, nous n'hésitons pas à le dire, nous avons dès aujourd'hui la conviction qu'il figurera très-honorablement parmi les substances alimentaires dont nous disposons en faveur des bêtes à cornes. Et les essais que nous avons faits à ce sujet donne-

ront, nous osons l'espérer, un démenti formel aux assertions que l'on a mises en avant relativement à ses principes vénéneux et aux autres inconvénients qu'on a voulu lui attribuer.

C'est dans ce but que nous allons rendre compte des expériences auxquelles nous nous sommes livré.

En 1857, nous avons emblavé, à titre d'essai, 45 ares de sorgho dans un sol léger, meuble et fumé convenablement. Ce semis a été opéré au commencement de mai ; la levée s'est faite très-régulièrement et dans de bonnes conditions. Le plant a été sarclé et éclairci lorsqu'il eut atteint la hauteur de 10 à 12 centimètres. Au mois d'août, il avait $2^m,50$. Nous le fîmes alors consommer à l'étable : le bétail indistinctement s'en montra très-friand et nous n'eûmes pas le moindre accident à constater. Quelques plantes furent réservées pour porte-graines ; elles arrivèrent à floraison, mais les gelées blanches les empêchèrent de mûrir leurs graines.

Dès le mois de mai 1858, nous reprîmes de nouveau nos semailles sur une étendue plus grande, dans un terrain fumé, léger, mais ameubli par de bons labours, et surtout bien tassé à l'aide du rouleau.

La levée de la graine se fit, comme précédemment, sous des auspices très-favorables. Vers la mi-mai, un nouveau semis fut exécuté ; il leva plus vite et avec plus de vigueur que le premier. En moins d'un mois, il avait rattrapé celui-ci. Le champ emblavé fut sarclé et éclairci comme d'habitude ; les plants, distancés de 15 centimètres, montrèrent après cette opération une force végétale très-remarquable, et, dès la fin de juillet, il nous fut permis de donner le sorgho comme fourrage à notre bétail, ainsi que nous l'avions fait l'année précédente. Les animaux le mangèrent avec avidité, et ils n'en furent pas le moins du monde incommodés, bien qu'on leur eût administré des rations fort abondantes.

Dans le principe, les tiges furent servies entières; mais, dès la mi-août, leur volume s'étant considérablement accru (elles avaient à la base 7 et 8 centimètres de circonférence), et la partie inférieure, devenue ligneuse, offrant une trop grande résistance à la mastication, nous nous déterminâmes à les passer au hache-paille. Cette substance, ainsi coupée en cossettes de 3 centimètres de long et mélangée avec les feuilles, forma un aliment si appétissant et si substantiel, que *quatre*

vaches furent nourries constamment et exclusivement avec du sorgho jusqu'aux premiers jours d'octobre; et, pendant les deux mois qu'elles furent soumises à ce régime aussi simple que peu dispendieux, *nous n'avons eu à constater que de très-bons effets.*

D'après notre pratique, nous pouvons donc constater que le bétail nourri avec le sorgho n'en a pas refusé une seule ration ; qu'il s'en est au contraire toujours montré très-avide ; que *son état hygiénique a été parfait pendant toute la durée de ce traitement* et que *le rendement en lait s'est produit constamment dans les mêmes proportions.*

La ration de chaque tête de bétail était calculée sur le pied de 75 kilogrammes en tiges hachées ou 300 kilogrammes pour les quatre bêtes, 26 ares ont suffi pour fournir à cette alimentation, qui a duré soixante jours.

Nous avons pu conclure de là qu'on n'exagérait pas le produit du sorgho en l'estimant à 72,000 kilogrammes par hectare, lorsqu'on le laissait arriver à 2 mètres de hauteur.

Nous avions entendu dire que le sorgho repoussait très-aisément et qu'il pouvait donner jusqu'à trois coupes successives. Nous avons voulu faire cet essai, mais nous n'avons pas obtenu de résultats satisfaisants. La plante coupée repousse, il est vrai, et très-promptement ; mais nous avons constaté que ces opérations n'avaient rien d'économique et que la deuxième pousse n'était bonne qu'à servir de pâture aux moutons, qui dévorent cette plante avec avidité jusqu'à fleur de terre.

En 1858, comme en 1857, nous avons employé tous les moyens en notre pouvoir pour faire mûrir la graine ; les résultats ont encore été négatifs ; une gelée blanche a suffi pour détruire le suc laiteux de la fleur qui était en pleine formation.

Une remarque bien essentielle que nous avons faite pendant toute la durée de la croissance du sorgho, c'est que la plante n'a été attaquée par aucun insecte. Est-ce là un fait isolé ? Nous l'ignorons ; toujours est-il que cette observation mérite d'attirer l'attention du cultivateur ; car, parmi les plantes fourragères destinées à l'alimentation du bétail, celles qui sont exposées périodiquement aux atteintes des insectes éprouvent une très-notable dépréciation et contribuent très-fréquemment au développement de maladies dangereuses.

Pour nous résumer, nous sommes d'avis que le sorgho a sa place marquée dans nos cultures, et nous sommes convaincu

qu'il entrera dans l'assolement ordinaire des plantes fourragères. Nous en évaluons une seule coupe à quatre coupes de trèfle; autrement dit, nous prétendons qu'un hectare de sorgho vaut plus que deux hectares de trèfle, comme équivalent de fourrages verts, bien entendu ; car la question de savoir si sa dessiccation pourra se faire avec quelque avantage reste encore à résoudre. Elle n'a pas, du reste, encore été examinée bien soigneusement. Quant à nous, nous penchons vers la négative.

Nous terminerons en disant que le sorgho pouvant être servi au bétail vers la fin de juillet, ce moment est d'autant plus favorable, que les trèfles, les herbes et les racines font souvent défaut à cette époque de l'année.

Nous avons opéré des semis en lignes et des semis à la volée, et nous n'avons trouvé aucune différence dans le rendement; toutefois, nous donnons la préférence aux semis à la volée, parce que le sarclage à la main ou à la petite houe se fait mieux et plus économiquement.

Lorsque la graine est bonne, 2 kilogrammes de semences par hectare suffisent.

Voilà une réponse catégorique aux observations de M. de Vibraye, et elle se trouve complétée par les expériences de la *Commission provinciale* d'agriculture du Brabant. Voici les principaux faits obtenus en 1858 :

1er DISTRICT. — Le sorgho a été cultivé, à titre d'essai, sur la superficie d'un are de terrain léger, exposé au midi, très-profond et fortement fumé; le semis a eu lieu vers la mi-mai et comprenait environ 300 plantes. Vers le 15 septembre, quelques tiges commencèrent à fleurir, et sont parvenues à la hauteur de 3 mètres; dans la première quinzaine d'octobre, chaque plante avait atteint le poids d'environ 4 kilogrammes. A cette époque, on a essayé de le donner en vert au bétail et aux chevaux; ils s'en montrèrent très-avides, mais ils ne mangèrent que les fanes et les plus tendres tiges; les autres étaient devenues trop dures et n'étaient plus mangeables.

2e DISTRICT. — Les graines de sorgho ont été distribuées à différents cultivateurs du district. Tous se sont généralement conformés à la notice qui a été transmise pour les soins à donner à la culture de cette plante. Partout les plantes ont poussé avec beaucoup de vigueur, et au mois d'août, déjà, on a commencé à en nourrir le bétail, qui s'en est montré très-

avide. Les plantes, avant d'être livrées au bétail, ont été divisées le plus possible au moyen du hache-paille. Quelques cultivateurs ayant négligé de les couper à l'état herbacé, les ont laissé sécher pour les donner cuites à leur bétail; cet essai n'a pas réussi. Ceux qui ont utilisé la plante verte, lorsqu'elle avait atteint un demi-mètre de hauteur, sont tous d'accord pour s'en louer, et sont d'avis que la culture de cette plante, en proportion convenable, serait une bonne acquisition pour l'agriculture. Ils ont aussi constaté que les porcs en sont très-avides.

Le médecin vétérinaire du canton a été appelé à surveiller l'effet produit sur les animaux par cette nouvelle nourriture, et il a constaté que, loin d'amener des accidents et des empoisonnements, tels que quelques journaux de certaines localités l'ont annoncé, *l'état de leur santé continuait à prospérer*.

Il est utile de noter que quelques pieds de sorgho, non coupés, ont atteint une longueur de trois mètres, et qu'ils ont produit des graines dont *les trois quarts ont mûri*.

La culture du sorgho n'ayant été essayée qu'en petit dans le district, il est impossible, pour le moment, d'indiquer s'il y a lieu d'introduire des changements dans le mode de culture recommandé. Par le même motif, il serait difficile de fixer le produit de cette plante par hectare. Cependant on peut évaluer approximativement son rapport à 75,000 kilogrammes par hectare.

4[e] DISTRICT. — La culture du sorgho, qui a été essayée par plusieurs cultivateurs, a donné d'excellents résultats. Cette plante est appelée à rendre de grands services à l'agriculture, qui y trouvera pour son bétail une *nourriture bonne et abondante*.

Le mode de culture recommandé a été suivi en tous points, et on ne croit pas qu'il y ait lieu de le modifier. Une expérience plus longue introduira peut-être des améliorations qu'on ne peut guère indiquer encore en ce moment. Le sorgho a donné des produits assez variés. Dans un terrain léger, mais parfaitement fumé, il a atteint un rendement de 70,000 kilogrammes. Dans une terre argileuse, il a donné 74,000 kilogrammes. Dans un terrain bas et humide, on a récolté 80,000 kilogrammes, le tout par hectare.

Plusieurs fermiers ont l'intention de commencer à faire des essais sur une plus grande échelle.

Le sorgho est venu à maturité, et a donné des graines qu'on a récoltées à Uccle.

8e District. — Le sorgho a produit énormément et a donné jusqu'à trois coupes, là où il a été cultivé selon les indications qui ont été fournies, et auxquelles on ne trouve encore rien à changer.

Cette plante est un bon fourrage à donner en bouillie au bétail, et *aucun fait n'a prouvé qu'il lui fût nuisible.*

9e District. — Des graines ont été placées dans deux terrains de nature différente : l'un très-léger et sablonneux, l'autre riche en humus.

Dans le premier terrain, les tiges ont atteint une hauteur de plus de 3 mètres ; dans le second elles sont restées un peu au-dessous. Dans ce dernier, *la graine est venue à maturité*, ce qui n'a pas eu lieu dans l'autre.

Pour obtenir la maturité des graines, il faudrait semer vers la fin du mois d'avril, afin de chercher à acclimater cette plante. Il faudrait aussi espacer les plantes à 80 centimètres, et avoir soin de tremper les graines dans de l'eau tiède pendant quinze heures avant de semer. Il y a de l'avenir pour notre pays dans la culture du sorgho...

M. Vaës donne les renseignements suivants pour le même district :

J'avais acheté de la semence de sorgho à Bruxelles, avant d'avoir reçu les graines que vous avez partagées entre plusieurs agriculteurs du neuvième district. Je parlerai donc d'abord du résultat obtenu avec ces premières semences. Au moment de les planter, je n'avais aucune notion sur la manière de procéder ; j'avais vaguement entendu parler du développement extraordinaire de cette plante, et je pris mes mesures en conséquence. J'ai planté les semences le 5 mai, en ayant soin d'espacer mes plantes à 60 centimètres carrés, mais sans faire subir aucune préparation préalable à la semence, et j'ai mis dans chaque trou six ou huit graines. La grande sécheresse a retardé la germination, et la levée ne s'est faite que le 28 du mois de mai (donc au bout de vingt-trois jours). Les plantes, chétives d'abord, ne promettaient guère, et ce n'est que vers la fin du mois de juin qu'elles ont pris un développement rapide.

Comme j'avais mis huit et même dix graines dans un trou, les touffes étaient extrêmement fournies et compactes, ce qui m'a suggéré l'idée d'en partager quelques-unes en deux ou trois parties ; ces repiquages ont parfaitement réussi, et les plantes n'en ont aucunement souffert.

Cette partie de sorgho, plantée le 5 mai (175 plantes), a donné des tiges d'une longueur moyenne de 2m,85 à 3 mètres, et chaque plante pesait de 6 à 7 kilogrammes. La floraison s'est faite très-irrégulièrement ; la plupart des plantes n'ont fleuri que fort tard et n'ont produit que des fleurs ; d'autres ont produit des semences qui ne sont point parvenues à maturité ; d'autres enfin, mais en petit nombre, ont donné des semences que je crois être *parfaitement mûres*. Les graines sont, sous tous les rapports, semblables à celles que vous m'avez données. De ces graines mûres, j'en aurai approximativement trois quarts de litre.

J'ai encore planté du sorgho le 12, le 15, le 20 mai et le 1er juin. D'après les instructions qui accompagnaient les semences envoyées au comice, j'ai laissé tremper les graines pendant vingt-quatre heures dans l'eau froide avant de les planter.

Les graines plantées le 15 mai se trouvaient dans l'eau depuis quatre jours. La levée des semences plantées le 12 et le 15 mai s'est faite simultanément le 30 mai. Cette fois, je n'avais mis dans chaque trou que deux, trois ou quatre graines ; ces plantes ont produit beaucoup moins que celles où j'en avais mis davantage.

Les semences plantées le 20 mai et le 1er juin ont levé au bout de douze jours, et ces plantes ont pris un développement tel, que j'ai cru un instant qu'elles allaient dépasser toutes celles plantées plus tôt.

Le 27 juillet, j'ai coupé une rangée de sorgho que j'ai donné à sept vaches qui, toutes, en ont mangé avec avidité. Je n'ai pas continué à en couper, parce que je voulais voir si la plante serait parvenue à maturité sous notre climat ; seulement, quand les premières gelées se sont fait sentir, j'ai coupé le tout. La partie de sorgho coupée le 27 juillet avait rejeté, et la seconde coupe avait encore atteint une hauteur de 1 mètre. Ce regain étant jeune et tendre, les vaches l'ont mangé tel qu'il était ; les autres plantes étaient devenues extrêmement

dures, et j'ai eu recours au hache-paille pour couper les tiges en menus morceaux de 2 à 3 centimètres. Ainsi coupé, les vaches le mangeaient parfaitement, cru ou cuit, dans leur soupe.

En somme, je crois que la culture du sorgho peut rendre de grands services à l'agriculture, surtout quand cette plante sera cultivée comme fourragère et donnée en vert au bétail. Les deux coupes que donne alors le sorgho surpasseront, je crois, en valeur, n'importe quel autre fourrage.

10e District. — Le sorgho est bien venu ; il a atteint jusqu'à 3 mètres de hauteur ; on évalue le rendement à 85,000 kilogrammes de fourrage vert par hectare. Cette plante ne résiste pas à la plus petite gelée ; en deux nuits, dans le courant du mois d'octobre, le froid a détruit ce qui restait encore sur pied. On ne considère pas cette plante comme utile, bien que le bétail la mange avec assez d'avidité, parce qu'il y a assez d'autres fourrages que l'on peut donner au bétail à l'époque où le sorgho doit être coupé.

On craint aussi que cette plante n'épuise trop le sol, et l'on trouve que la récolte en est trop difficile, puisqu'on a dû employer la hache pour la couper.

11e District. — On a semé sur une terre bien fumée une superficie de 8 ares 70 centiares ; la récolte a produit 2,626 kilogrammes de fourrage vert, c'est-à-dire environ 30,000 kilogrammes par hectare.

12e District. — Une partie de terre sablonneuse de 14 ares, après avoir été bien défoncée et abondamment fumée, a été préparée et sillonnée à 45 centimètres sur 60 centimètres. On a joint à deux ou trois graines de sorgho quelques graines de navets ; celles-ci, poussant plus tôt, ont servi à marquer les lignes et ont facilité le premier sarclage des mauvaises herbes grandies avant le sorgho ; on a pu ainsi conserver la terre meuble et propre.

Le sorgho leva très-bien, et ne tarda pas à prendre un grand développement ; la sécheresse ne parut pas lui faire tort. Au mois d'octobre, il avait atteint la hauteur de 2 mètres à 2m,50, et se trouvait presque tout en épis, qui n'ont pas mûri, malgré les grandes chaleurs. On a commencé la récolte le 11 octobre, ne coupant qu'au fur et à mesure la quantité dont on avait besoin ; mais les gelées forcèrent à couper le reste le 6 no-

vembre. Le produit fut de 8,500 kilogrammes, soit environ 60,000 kilogrammes à l'hectare.

Chaque plante, composée de cinq à huit tiges, pesait 2 kilogrammes, et CONTENAIT BEAUCOUP DE JUS TRÈS-SUCRÉ, QUI MARQUAIT CINQ DEGRÉS AU DENSIMÈTRE COLLARDEAU, RICHESSE MOYENNE DU JUS DE BETTERAVE. On eût essayé de distiller le sorgho, si la loi ne présentait pas de trop grandes difficultés pour faire des essais de distillation des plantes étrangères.

Comme substance alimentaire, il en a été distribué à des bêtes grasses qui recevaient habituellement par tête 40 kilogrammes de pulpe, provenant de betteraves distillées par le système Champonnois. On leur a donné 10 kilogrammes de sorgho haché et mélangé avec 30 kilogrammes de pulpe ; ce changement d'aliment ne leur plut pas d'abord, mais, au bout de quelques jours, elles y prirent goût. On aurait continué à les nourrir ainsi, si, au bout de quinze jours, le coupe-racine n'eût fait défaut, et il a fallu leur donner le restant du sorgho, la moitié environ sans être haché ; elles l'ont mangé alors avec moins de profit, en laissant les parties des tiges les plus dures. Pour donner le sorgho non haché, la récolte devrait en être faite plus tôt, lorsque les tiges sont plus tendres.

13e DISTRICT. — Les graines ont été plantées suivant les indications contenues dans la notice. L'étendue du terrain emblavé était de 5 ares ; 1,400 venues sur cette parcelle ont produit 240 kilogrammes de fourrage vert ; cette nourriture a été donnée après avoir été découpée au hache-paille. Le bétail l'a mangée avec assez d'avidité.

La graine n'est pas venue à maturité.

15e DISTRICT. — Le sorgho, semé dans un jardin, a été d'un rapport très-abondant, mais ayant été semé trop tard, il était devenu trop dur pour le bétail.

16e DISTRICT. — Le sorgho a fourni des plantes très-vigoureuses ; il en est qui ont dépassé la hauteur de 3 mètres. Le bétail en est assez amateur.

Aucune graine n'a mûri.

RÉSUMÉ : Les expériences relatées plus haut démontrent clairement que le sorgho peut, *comme plante fourragère*, rendre de grands services à l'agriculture, et qu'il s'agit seulement d'en savoir tirer un bon parti. A cet effet, de nouvelles expériences devront être faites en 1859, en tâchant d'éviter les fautes qui

ont été commises dans les procédés de culture, fautes qui résultent uniquement de l'absence de toute espèce d'antécédents propres à guider les cultivateurs.

Ainsi, l'on a tardé trop longtemps à faire la première coupe ; il en est résulté que, dans certaines localités, les tiges sont devenues non-seulement trop dures pour le bétail, mais que la récolte en a été très-difficile.

Il ne faut pas perdre de vue que *cette plante n'est destinée qu'à l'alimentation du bétail ;* on doit donc chercher à en obtenir la plus grande quantité possible de fourrage vert et ne s'occuper nullement de la graine, qui mûrira très-rarement sous notre climat. La graine de sorgho est très-abondante dans le commerce, et elle se vend à très-bon marché ; il ne faut donc pas s'en préoccuper.

Complétons ces observations par les lignes suivantes empruntées au *Journal du Loiret* (22 décembre 1856) :

Depuis quelque temps, il n'est question que de la plante nouvelle dont M. de Montigny vient d'enrichir notre agriculture. Nous voulons parler du sorgho sucré, espèce de canne à sucre originaire du nord de la Chine, et qui, grâce aux efforts de la Société d'acclimatation, se propage rapidement en France, où elle promet d'heureux résultats.

Nous avons lu les divers rapports qui ont été publiés au sujet de cette graminée ; mais les tiges qui en étaient l'objet ayant végété dans des pays chauds, il nous était impossible d'admettre pour le climat de Paris et pour le centre de la France les rendements indiqués.

Aujourd'hui, cependant, nous avons les moyens de fournir notre appréciation appuyée sur des faits, et nous aimons à rendre compte du résultat de nos investigations. Nous avons vu, aux environs d'Orléans, une plantation de sorgho de 2 hectares, dans une terre légère, propre à la culture du seigle. Quoique semée tardivement, la graine a bien levé ; la végétation de la plante a été très-vigoureuse, et les tiges sont parvenues à la hauteur de 3 mètres. Chaque pied possède de sept à dix tiges, dont le diamètre varie de 25 à 35 millimètres. La fructification n'aura pas lieu cette année, quoique les panicules soient bien développées. Il n'en est pas du sorgho que nous avons traité comme de la canne à sucre ; le sucre n'est pas également réparti dans tous les nœuds. Les nœuds infé-

rieurs présentent une moelle dans laquelle le sucre est tout formé et en grande abondance. Les nœuds supérieurs, pour avoir une égale richesse, exigeraient encore quelques semaines de chaleur pour amener à l'état de sucre parfait le jus qu'ils renferment.

Au point de vue agricole, le sorgho l'emporte de beaucoup sur la betterave ; il exige moins de soins et de travaux en produisant davantage. Outre les feuilles, qui constituent un excellent fourrage vert, le rendement en cannes est, au minimum, de 50,000 kilogrammes à l'hectare.

La tige, broyée et soumise à une pression énergique, fournit de 70 à 75 pour 100 de son poids d'un jus d'un beau vert, dans lequel abonde la chlorophylle. Le jus possède une saveur sucrée très-agréable. Sa densité, constatée à l'aréomètre de la régie, accuse 5°,6. Soumis à l'action de la chaleur, ce jus devient d'un beau jaune transparent, sans aucun agent de défécation. La cérosine se dépose par le refroidissement, au milieu des écumes que la chaleur a éliminées.

Traitées par le système et avec les appareils de M. Viale, les tiges ont fourni par 100 kilogrammes 100 litres de bon jus et 75 kilogrammes de résidus propres à la nourriture du bétail. En suivant la marche de l'appareil, nous avons enrichi les jus jusqu'à 5°, et concentré ainsi leur matière utile dans un volume réduit de 50 pour 100; en présence du ferment et dans des conditions favorables, la fermentation alcoolique s'est manifestée rapidement, en dégageant des torrents d'acide carbonique. Le ferment s'est reproduit, en quantités relativement importantes, sous forme d'une bouillie jaunâtre, dont les globules ont la plus grande analogie avec ceux de la levûre de bière. Ils jouissent, comme elle, de la propriété énergique d'exciter vivement la fermentation. Avec eux, le distillateur sera non-seulement affranchi de la nécessité d'acheter de la levûre de bière, qui n'est pas toujours exempte d'altérations, mais encore il pourra en vendre à la boulangerie.

A la distillation, les vins de sorgho nous ont fourni 7 litres d'alcool absolu par 100 kilogrammes de tiges. Désormais on pourra fabriquer une pipe de trois-six avec moins de 10,000 kilogrammes de sorgho. L'eau-de-vie obtenue possède un goût

herbacé qui disparaît à la rectification. Rectifiés dans des appareils perfectionnés, ces alcools sont parfaitement droits de goûs; en vieillissant, ils acquerront des qualités qui les placeront immédiatement à côté des trois-six de vin...

Le docteur A. Sicard, dans l'ouvrage récent duquel nous avons trouvé d'utiles renseignements au sujet du sorgho, s'est occupé avec persévérance de l'étude de cette plante sous divers rapports, et notamment sous celui de son application à la teinture. Nous ne pouvons que renvoyer nos lecteurs à son travail.

Le résidu, ou, pour parler plus clairement, la bagasse de sorgho serait susceptible de fournir la matière première d'un bon papier et d'un carton très-résistant; enfin, la paille de la tige et les feuilles elles-mêmes paraissent être susceptibles d'une utilisation sérieuse, tant pour la fabrication des chapeaux de paille, que pour celle de divers objets en paille tressée.

Nous bornons ici ce que nous avions à dire sur le sorgho sucré ou la canne à sucre chinoise, et nous engageons vivement tous les partisans du progrès agricole et industriel à tenter des essais sur cette plante précieuse, au sujet de laquelle l'industrie est loin d'avoir dit son dernier mot.

MAÏS.

Nous ne nous étendrons pas sur la description et la culture du maïs, cette belle plante étant suffisamment connue de tout le monde.

Si l'on veut cultiver le maïs pour sucre, il convient de s'adresser aux variétés précoces, et de suivre, par rapport aux engrais et à la culture, les mêmes règles que pour les autres plantes sucrières.

Deux labours préparatoires; l'ensemencement en lignes ou en touffes, à 3 centimètres de profondeur, en réglant la distance entre les pieds, à 30 centimètres sur lignes, celles-ci étant écartées de 50 centimètres; un sarclage et un binage dans la saison : tels sont les soins principaux qu'exige le maïs.

Il croît facilement dans toutes les terres franches.

Nous avons pu obtenir la maturité du maïs ordinaire au nord de la France, près de la frontière belge, et, cette année

même, nous avons semé dans notre jardin du maïs d'Italie, provenant de graines bien mûres que nous y avons récoltées en 1858.

Les expériences faites en Belgique sur le maïs de Styrie ne laissent aucun doute sur la possibilité de pratiquer en grand la culture de cette plante.

Il y a cependant au sujet du maïs une question intéressante que nous ne devons pas passer sous silence : lorsqu'on cultive le maïs pour l'extraction du sucre, convient-il d'enlever les fleurs femelles et les panicules, ou doit-on les laisser sur la tige ?

Voici comment nous comprenons la réponse à cette question :

On a vu précédemment que la granification a pour résultat de détruire tout ou partie du sucre des plantes saccharifères, en le transformant en matière amylacée... Cette donnée permet déjà de conclure que l'on doit s'opposer à la maturation du grain, en détruisant les fleurs femelles. La présence des fleurs mâles ou de la flèche ne nous semble pas avoir les mêmes inconvénients. Nous conseillerons donc le retranchement des jeunes épis vers l'époque de la fécondation, afin que la richesse de végétation qui se remarque alors dans la plante tourne au profit de la matière sucrée. La maturité serait indiquée par la couleur jaune des tiges et des feuilles, par l'abaissement de celles-ci vers le sol et par le desséchement des panicules.

On pourrait encore traiter le maïs à l'époque de la fécondation, si l'on voulait éviter l'embarras du pincement que nous venons de conseiller. Au surplus, bien que les expériences faites semblent garantir d'heureux résultats, nous engageons les fabricants à essayer pour le maïs les procédés rationnels que nous indiquons plus loin.

BETTERAVE.

On a fait de nombreux travaux sur la betterave, et nous-même avons publié, en 1854, une monographie de la culture et de l'alcoolisation de cet utile végétal. Disons tout de suite que, dans ce travail, nous avons eu spécialement en vue

l'homme de culture, et qu'on ne doit pas y chercher autre chose que de simples renseignements pratiques.

Nous tenons à honneur d'avoir cherché à mettre à la portée de tous les moyens d'utiliser la valeur industrielle et culturale de la betterave, et nous regardons l'introduction des plantes sarclées, industrielles, à résidus utilisables, comme la seule sauvegarde réelle contre les crises alimentaires. Nous nous sommes expliqué à ce sujet dans plusieurs publications, et nous ne rappelons cette idée qu'afin de faire bien comprendre combien nous y attachons d'importance.

En Europe[1], la betterave est à la fois la plante à sucre, à alcool, à viande, à fumier par conséquent... Elle est ainsi la plante améliorante par excellence, et, par son influence salutaire sur la culture, elle favorise à un suprême degré la production du froment. Nous ne l'envisageons ici que sous le rapport de la production sucrière ; mais le lecteur nous pardonnera sans doute si, dans le cours de ce paragraphe, il nous échappe quelques considérations économiques relatives à l'utilité générale que l'on devrait recueillir de la culture de cette précieuse racine.

La *betterave* appartient au genre *bette*, de la famille des *chénopodées*[2]; elle est suffisamment connue pour que nous n'ayons pas à en décrire l'apparence extérieure. C'est de sa racine charnue que l'on extrait le sucre et l'alcool ; mais toutes les variétés ne sont pas également avantageuses pour le fabricant de sucre. Celles qui sont le plus favorables à la fabrication sucrière sont, par ordre de mérite :

1° La *betterave blanche à collet rose ;*

2° La *betterave blanche à collet vert.*

Ces deux variétés appartiennent à la *betterave* dite *à sucre*, *betterave de Silésie*, introduite en France par l'illustre Mathieu de Dombasle; elles sont le plus généralement exploitées pour la sucrerie en France et en Belgique. Elles ont l'avantage d'être

[1] La betterave serait entrée en France, en franchissant les Alpes, vers 1595, selon Olivier de Serres. Oubliée pendant longtemps, elle est rappelée à l'opinion publique en 1784, par un mémoire de l'abbé Commerelle sur la betterave *disette* ou champêtre. Ce n'est qu'à l'époque du blocus continental qu'elle commence à prendre un rang sérieux dans nos cultures, et depuis lors son rôle a été sans cesse grandissant.

[2] Pentandrie digynie de Linné.

moins aqueuses, plus sucrées, d'un tissu plus résistant et moins susceptible d'altération que les autres sous l'influence du froid et de plusieurs autres causes. Ces raisons les font préférer à juste titre, bien qu'elles soient d'un arrachage plus difficile, parce qu'elles sont enfouies en terre presque jusqu'au collet.

3° La *betterave jaune-blanche de Castelnaudary* est quelquefois aussi riche pour le moins que la betterave de Silésie, et sa culture devrait être encouragée par l'industrie.

4° Enfin on parle d'une variété sucrière trouvée récemment, à laquelle on a donné le nom de *betterave jaune-pâle à chair blanche*. Elle a été indiquée comme d'un rendement sucrier plus élevé que celui de la betterave de Silésie [1].

Nous ne mettrons pas sous les yeux du lecteur la longue nomenclature des variétés et sous-variétés moins riches en sucre et se rapprochant plus ou moins de la betterave commune ou *disette*, dont le jus n'offre pas une densité supérieure à 4° ou 5° Baumé, tandis que la Silésie donne un jus de 7° à 9° de densité [2].

Comme chacun le sait, la betterave est une plante *bisannuelle*, en ce sens que, si sa tige *meurt* tous les ans dans nos climats, elle ne produit cependant sa graine que la deuxième année. La graine de la betterave est réniforme, mais la substance du calice lui forme une sorte d'enveloppe corticale, de *brou*, muni d'aspérités prononcées.

En jetant un coup d'œil général sur la betterave considérée en tant que faisant partie d'un assolement, on doit la regarder comme plante alimentaire et comme plante industrielle. Elle est alimentaire pour l'homme et pour le bétail par sa propre substance; elle est industrielle, en ce sens qu'on en extrait le

[1] M. Périer, à Flavy (Aisne), en a reconnu les qualités et les a signalées le premier à l'attention publique.

[2] La densité du jus de betteraves varie suivant l'espèce, le lieu de production, la culture, le volume des betteraves, entre 5° et 9° Baumé. La betterave rouge est la plus pauvre, la blanche à collet rose la plus riche; les betteraves du Midi ont une bonne densité, souvent plus considérable que dans le Nord; les betteraves trop fumées, en sol riche en matières animalisées, les grosses betteraves sont beaucoup moins riches en matière sucrée. Quand le fabricant achète de grosses racines, il achète moins de sucre et plus d'eau à évaporer. On estime que les plus riches, dans chaque variété, sont celles qui n'atteignent pas un poids supérieur à 250 ou 300 grammes.

En fabrication moyenne, à cause de l'eau qui coule sur les dents de la râpe, la densité ordinaire des jus de la Silésie varie de 4°,5 à 6°,5 Baumé.

sucre, l'alcool, la potasse, etc. Les deux premiers produits, sucre et alcool, sont mixtes, et appartiennent également au groupe des substances alimentaires.

On a fait du papier et du carton avec la pulpe de betterave.

Examinons maintenant quelles sont les règles pratiques dont la connaissance importe le plus au fabricant désireux de se placer dans les meilleures conditions de culture pour la betterave. Cette étude doit porter sur le choix et la préparation du sol, les engrais, le choix de la semence, l'époque et le mode d'ensemencement, les façons et les binages, la récolte et la conservation des racines.

Culture de la betterave. — *Choix du sol.* — La betterave offre une racine pivotante dont l'extrémité inférieure se développe très-profondément en terre pour y puiser les principes dont elle a besoin, à l'aide des radicelles ou du chevelu dont elle est abondamment pourvue.

Ceci nous conduit théoriquement au choix du terrain nécessaire à la plante sucrière indigène, et la pratique est d'accord pour recommander qu'on la place dans un sol meuble et profond. La culture de cette plante est celle de la plupart des plantes sarclées et repose sur les mêmes principes : sa racine *pivotante* hait les sols tenaces, les loams argileux ; mais elle prospère dans les terrains dits *argilo-sablonneux,* terres franches à blé, perméables à l'eau, meubles et chargées d'éléments nutritifs à une certaine profondeur. Qu'on ne la place ni sur des sols calcaires inertes qui admettent à peine le sainfoin, ni sur des fonds trop argileux : cependant il convient de dire que ceux-ci, bien amendés, produisent quelquefois une bonne récolte, et que la betterave elle-même, par les cultures qu'elle exige, contribue à l'ameublissement de ces sols [1]. « Elle demande une terre légère, profonde, sablonneuse, mais fraîche et substantielle, et surtout parfaitement meuble. » (F. de Neufchâteau.)

Il importe de remarquer que les terres sableuses de bonne nature fournissent des betteraves plus abondantes en sucre, plus denses et susceptibles d'une meilleure conservation : les terres argiles et les sols crayeux sont les plus désavantageux

[1] N. Basset, *Traité de la culture et de l'alcoolisation de la betterave.*

de tous les terrains. On peut améliorer les argiles par le drainage, et, par l'emploi judicieux des amendements, on peut espérer de faire réussir la betterave sur la plupart des sols. Il faut cependant éviter de la semer sur une terre pierreuse, caillouteuse, qui produirait des racines fibreuses, divisées, difficiles à nettoyer et à râper. Les terrains chargés de sels minéraux sont impropres à la culture de la betterave sucrière et ne conviennent que pour la betterave à distiller.

On sait, en effet, que la betterave absorbe aisément les matières salines, et que les sels alcalins sont un des plus grands obstacles à l'extraction du sucre.

Écoutons maintenant les utiles enseignements de l'illustre Chaptal, à l'ouvrage duquel on ne saurait trop souvent recourir, pour peu que l'on soit doué de l'esprit de méthode et d'observation. On y rencontre, en quelques lignes, tout ce dont les agronomes de nos jours ont fait de longs mémoires et d'interminables volumes :

« Toutes les *terres à blé* sont plus ou moins propres à la culture de la betterave, et celles de cette nature qui ont de la profondeur en terre végétale sont les meilleures.

« Les terres sablonneuses dont le grain est très-fin, provenant des alluvions et dépôts des rivières, sont aussi très-favorables aux betteraves ; elles n'exigent même pas des engrais artificiels lorsque les inondations peuvent y déposer périodiquement du limon.

« On peut cultiver avec avantage la betterave sur les sols qui proviennent du défrichement des prairies naturelles ou artificielles ; mais j'ai constamment observé que la betterave venait mal, lorsqu'après avoir défriché à la fin de l'automne et donné trois ou quatre labours en hiver, on la semait au printemps ; les gazons et les racines ne sont pas encore complétement décomposés, et je me suis vu forcé d'intercaler une récolte d'avoine entre le défrichement du sol et la culture de la betterave, pour avoir de beaux produits ; alors on peut, sur le même terrain, espérer deux récoltes successives de betteraves de la plus grande beauté. Si le sol des prairies naturelles est sec et peu lié, on peut semer la betterave six mois après le défrichement ; mais, à la suite du défrichement des luzernes, je n'ai jamais obtenu de bons résultats qu'après une récolte intermédiaire de céréales : dans ces sortes de terrains, les bet-

teraves ont été constamment plus belles la seconde année que la première.

« Les terres sèches, calcaires, légères, etc., conviennent peu à la betterave.

« Les terres fortes, argileuses, sont peu propres à la culture de cette racine.

« Pour que la betterave prospère, il faut, en général, un sol meuble et fertile, dont la couche de terre végétale ait au moins 12 ou 15 pouces d'épaisseur.

« Cette racine vient plus ou moins bien dans toutes les terres arables ; mais ses produits varient prodigieusement selon la nature des sols... »

Ainsi, pour résumer ce qui vient d'être dit, on choisira, autant que possible, une terre franche, plutôt sablonneuse que calcaire et argileuse, riche en humus, profonde, lorsque l'on cultivera la betterave pour sucre. Les autres sols viendront en seconde ou en troisième ligne, selon qu'ils se rapprocheront plus ou moins de ces qualités.

Préparation du sol. —Les préparations préliminaires du sol varient en raison de la nature et de l'état dans lequel il se trouve ; mais, en général, on peut prendre pour modèle ce qui se pratique dans le département du Nord, que nous allons indiquer d'après MM. Baudrimont et N. Grar. Que ce soit au blé, comme cela est le plus ordinaire dans ce pays, à l'avoine ou à toute autre culture que la betterave doive succéder, aussitôt que la récolte est fauchée, on forme les gerbes, on les réunit en petites meules, les épis en haut, sur des bandes de terre étroites et longitudinales, et on met la charrue dans le champ, dans les trois ou quatre jours après la fauchaison; pour ce labour, on se sert du *binot*, espèce de *charrue-cultivateur* qui joue, dans l'agriculture flamande, le rôle d'extirpateur. Il résulte de cette pratique que le sol, auquel on n'a pas laissé le temps de se dessécher, n'offre pas de difficulté au labourage; toutes les mauvaises herbes sont retournées et leurs racines exposées au soleil, qui les dessèche; un coup de herse donné quelque temps après produit le même effet sur celles qui ont échappé ; de plus, la chaleur étant encore fort grande, les graines de ces mauvaises herbes germent très-vite, et, avant qu'elles arrivent en graine, on les détruit de nouveau par un second *binotage* et un second hersage. — On laboure alors avec la charrue or-

dinaire, et souvent le temps est encore assez doux pour que les graines de mauvaises herbes, amenées du fond, puissent germer pour être détruites au printemps. — Cette manière de préparer le terrain assure l'ameublissement parfait du sol, qui est essentiel sous tous les rapports, et spécialement utile, en ce qu'il permet à la betterave de pivoter et ne point se ramifier. Au printemps, on donne un nouveau labour à la terre; on la travaille encore quelquefois au binot, puis on herse, on roule et l'on *ploutre :* le *ploutrage* consiste à faire passer sur la terre la herse retournée sur le dos, et son effet est de briser toutes les mottes de terre en les saisissant entre les barres qui servent de traverses à la herse. — Tel est le mode le plus général d'arranger le sol. Dans les terres sablonneuses et blanches, on préfère binoter plusieurs fois avant l'hiver et ne labourer qu'au printemps [1].

Assurément, cette préparation est excellente sous tous les rapports et de tout point applicable, sauf pourtant la recommandation de placer les gerbes dans le champ, sur une bande étroite et longitudinale. Il nous paraît plus convenable et moins embarrassant de ne binoter le sol qu'après la rentrée de la récolte, et deux ou trois jours de délai n'empêchent pas la terre d'être facile à labourer...

Ainsi, cette manière d'ameublir le sol est très-bonne, en ce sens qu'elle extirpe complétement les mauvaises herbes, en les enfouissant aussitôt après la moisson; elle présente cet avantage de les faire périr et d'amender, d'engraisser la terre par les détritus de ces plantes.

Chaptal cultivait, en général, la betterave dans presque toutes les terres destinées à recevoir la semence des blés en automne, et il les disposait à cette culture par trois bons labours, dont deux en hiver et le troisième au printemps : ce dernier servait à enfouir le fumier qu'on avait mis sur le sol, après le second labour, dans la même quantité que si on voulait y semer immédiatement le froment.

Les auteurs du *Dictionnaire d'agriculture pratique* conseillent trois labours serrés et graduellement plus profonds, des hersages avec la herse à dents de fer sur chaque labour, pour bien émietter la terre et détruire les mauvaises herbes, et en-

[1] *Maison rustique du dix-neuvième siècle.*

fin un dernier labour en billons ou ados, de 2 pieds de large, sur la crête desquels il doit être fait un rayage de 2 pouces de profondeur pour déposer les graines.

Cette idée de la culture en billons a été reproduite par M. de Valcourt; elle est excellente, en ce qu'on donne ainsi plus de profondeur à la couche de terre meuble que doivent traverser les betteraves semées à demeure ou repiquées.

On voit qu'en somme le producteur de betteraves doit apporter le plus grand soin à ameublir profondément sa terre et à la débarrasser des plantes parasites ; tous les écrivains et les agriculteurs qui se sont occupés de la betterave sont unanimes à cet égard.

A propos de la maladie qui attaque la betterave depuis quelques années, M. Payen donne les conseils suivants pour l'amélioration du sol :

« La méthode générale d'amélioration du sol dans les localités atteintes, devant consister dans une aération plus complète à une plus grande profondeur, elle pourrait être réalisée pour certaines terres à l'aide de défonçages énergiques ou bien par la culture en ados.

« Parmi les ustensiles aratoires qui se prêteraient le mieux à une aération de la terre se trouvent les charrues *fouilleuses* ou *sous-sol* et peut-être mieux encore la nouvelle *défonceuse Guibal*.

« Cet ustensile ingénieux, qui représente en quelque sorte une double série de fortes dents de fourche fixées sur une monture circulaire semblable à une très-large roue de charrette, pénètre et divise le sol à une profondeur de 35 à 40 centimètres. Si donc on le faisait agir au fond des raies d'une charrue ordinaire, on pourrait atteindre et aérer la couche de terre jusqu'à 60 et même 70 centimètres de profondeur.

« Toutefois ce puissant défonçage serait insuffisant, sans doute, dans les terrains trop compactes qui retiennent l'eau et sont susceptibles de se tasser trop promptement après les labours.

« On pourrait, dans ce cas, avoir recours à un moyen plus radical, en plaçant, à $1^{m},33$ ou $1^{m},50$ de profondeur, des tubes de drainage qui aboutiraient tous vers la partie la plus déclive du terrain à un tube plus large, récepteur des eaux, et, vers la partie la plus haute, à un deuxième tube récepteur qui fa-

ciliterait l'introduction de l'air atmosphérique sous les racines.

« Ces deux effets, l'égouttage des eaux en excès et l'introduction de l'air à une profondeur dépassant 1 mètre, contribueraient à rendre la terre plus perméable aux radicelles, tout en réalisant une condition indispensable de leur développement : l'introduction de l'air, qui favorise aussi la désagrégation et la fermentation utile des engrais.

« La végétation, devenue dès lors plus active, donnerait aux betteraves la vigueur nécessaire pour leur permettre de résister aux différentes causes d'altération qui, chaque année, diminuent les récoltes et appauvrissent dans les racines la sécrétion sucrée.

« On soutiendrait cette vigueur de la végétation en adoptant un assolement qui ne ramènerait que tous les cinq ans la culture des betteraves dans un même champ.

« Parmi les moyens qu'il conviendrait d'essayer comparativement, dans la vue d'assurer et de compléter les bons résultats des labours profonds, du drainage et d'un assolement élargi, nous rappellerons ceux-ci :

« 1° L'usage adopté généralement, avec un grand succès, aux environs de Magdebourg, d'*appliquer les fumures au moins une année d'avance sur d'autres cultures*, afin que la betterave trouve dans le sol des engrais plus consommés, moins actifs, exigeant moins d'oxygène dans un temps égal pour fermenter, et dégageant *moins d'acide carbonique*.

« 2° Le repiquage, en coupant le bout du pivot, du moins sur les terres dans lesquelles les moyens d'aération n'auraient pu être pratiqués à temps pour rendre le sol fertile jusqu'à la profondeur que les racines pivotantes doivent atteindre.

« 3° On pourrait essayer encore, comparativement, de renouveler ou d'échanger les graines, comme on le fait utilement pour d'autres plantes.

« 4° L'essai comparé d'un chaulage énergique dans les terrains bien défoncés conduirait peut-être à découvrir le moyen de combattre la maladie dans les terres où elle a laissé les germes d'une nouvelle invasion ; en tous cas, ce chaulage ne pourrait qu'être favorable à la végétation dans les terres sablo-argileuses, généralement trop pauvres en calcaire, des localités où le mal sévit encore.

« 5° Enfin, *l'addition des vinasses aux fumures, ou d'engrais salins de potasse et de chaux, capables de restituer les bases enlevées au terrain par la végétation des betteraves.*

« On ne doit pas cependant oublier que le défaut de bases alcalines n'est qu'un fait exceptionnel; qu'au contraire un grand nombre de terrains en France contiennent des sels ou composés alcalins (de *soude* ou de *potasse*) en trop fortes proportions pour que la culture de la betterave y donne des racines abondantes en sucre et faciles à traiter. J'ai eu l'occasion de signaler, il y a longtemps déjà, des terrains de cette nature (*aux environs de Naples*) où la proportion des sels, parmi lesquels l'*azotate de potasse* dominait, était presque égale à la proportion, faible d'ailleurs, du sucre pur; dans ce cas, il est impossible d'extraire ce dernier avec profit.

« Quelques terres emblavées depuis peu de temps en betteraves ou vierges de cette culture se rencontrent encore sur quelques points du département du Nord et donnent des betteraves assez volumineuses, mais pauvres en sucre, en offrant des tissus saccharifères peu développés. De semblables matières premières embarrassent beaucoup parfois les établissements récemment formés, et peuvent entraver complétement leur marche.

« Dans chaque localité on devrait donc s'assurer, par une culture préalable et par des essais, ou par des analyses sur les récoltes, de la qualité moyenne des betteraves que l'on pourrait obtenir. Si, dans les racines récoltées, les sels alcalins étaient trop abondants, il faudrait, ou s'abstenir de fonder l'établissement, ou cultiver pendant plusieurs années sur ce fonds des plantes avides de sels de cette nature, telles que les pommes de terre, les betteraves à vaches, le colza, etc., avant d'y introduire la culture des betteraves destinées à fournir la matière première des fabriques de sucre. »

Il y a beaucoup de vrai dans ce passage de M. Payen, mais nous ne pouvons approuver une durée de cinq ans pour la rotation, par des raisons que nous déduirons plus loin, et, d'un autre côté, nous devons relever une contradiction flagrante, que nos lecteurs ont déjà dû remarquer. M. Payen conseille l'*addition d'engrais salins de potasse et de chaux aux fumures*, et, quelques lignes plus bas, il les regarde comme une cause suffisante pour s'abstenir de fonder un établissement ou pour

en ajourner la création... Il faut nécessairement choisir entre ces deux affirmations si contraires, et la raison seule suffirait, à défaut de l'expérience, pour recommander d'éviter la présence et surtout l'addition des sels alcalins.

Engrais. — Par rapport aux engrais, au contraire, on se trouve en face des opinions les plus contradictoires : les uns veulent une fumure directe et immédiate faite avec le fumier de ferme ; les autres préfèrent les engrais factices et le guano ; d'autres, enfin, rejettent la fumure immédiate, et veulent que l'on place toujours la betterave sur *vieille fumure.*

Nous sommes partisan de la vieille fumure, et nous avons toujours pensé qu'il n'y a nul intérêt à avoir de *grosses betteraves mauvaises et aqueuses*, au lieu de *petites* et de *moyennes*, contenant, sous un moindre volume, plus de matière saccharine. Ce n'est pas cependant que nous admettions un préjugé longtemps répandu, qui croyait à la formation du salpêtre (azotate de potasse) dans la betterave sous l'influence du fumier. En effet, dans l'état normal, une récolte de betteraves champêtres (45,000 kilogrammes) enlève au sol 5,490 kilogrammes de matière sèche, selon les données de M. Boussingault[1]. La quantité de matière sèche, pour la betterave à sucre (Silésie), et comparativement à une récolte de même poids, serait de 7,425 kilogrammes d'après l'analyse de M. Payen.

Si nous retranchons de ce chiffre la valeur du sucre, de la cellulose et des matières azotées, soit 5,760 kilogrammes, il restera 1,665 kilogrammes de matière minérale, renfermant 45 pour 100 de potasse et soude (potasse, 39 ; soude, 6).

Le chiffre de ces alcalis s'élève donc, pour une récolte de 45,000 kilogrammes de Silésie, aux valeurs suivantes : potasse, $649^{k},35$; soude, $99^{k},9$; et ensemble : $749^{k},25$.

Si nous comparons à ces chiffres l'analyse du fumier, nous trouverons que 50,000 kilogrammes de cet engrais ne représentent que 260 kilogrammes de potasse et soude, en sorte que la fumure ne peut, en aucune façon, apporter à la betterave la proportion d'alcali qu'elle renferme et qu'elle prend au sol. On voit que le fumier ne saurait produire un grand excès de sels alcalins, en sorte que ce n'est pas cela que

[1] Voir *Chimie de la Ferme*, N. Basset, 1848.

nous redoutons le moins du monde dans l'emploi des engrais.

La betterave ne prend pas de salpêtre, s'il n'y en a pas au moins les éléments dans le sol, indépendamment du fumier.

Les grosses betteraves sont d'un rapport proportionnel moindre pour le fabricant qui *achète*, parce qu'elles renferment plus d'eau et moins de sucre sous le même poids; elles sont plus chères à travailler, et forcent à un contact prolongé avec le calorique, ce qui perd encore une proportion notable de sucre, en sus de la dépense supérieure occasionnée par l'évaporation.

Nous verrons plus loin, dans un paragraphe spécial, que la fumure fraîche nuit directement à la formation de la matière sucrée; quant à présent, contentons-nous de faire observer que son effet le plus apparent est de faire grossir les racines en les rendant plus aqueuses.

Les auteurs du *Dictionnaire d'agriculture pratique* pensaient comme nous à ce sujet : « Le sol, disent-ils, ne doit être fumé que l'année qui précède sa culture, ou, si on la sème sur l'engrais, on n'y doit employer que du fumier bien consommé. Dans ce dernier cas, la racine de la plante acquerra plus de volume, mais ce sera aux dépens de la matière sucrée; elle sera même sujette à contracter un goût de fumier, elle se conservera moins bien, et donnera plus de déchet en laissant à évaporer une plus grande quantité d'eau. »

On nous permettra de relever ici une erreur de Chaptal par rapport à l'engrais à donner à la betterave. Nous portons aux travaux et aux idées de cet observateur une admiration assez profonde et assez de fois exprimée pour avoir le droit d'indépendance, même envers lui.

Comme nous l'avons vu, Chaptal fumait ses betteraves... Il justifie ainsi cette pratique :

« Dans un temps où la culture de la betterave était moins connue, *on a cru* que le fumier rendait cette racine bien moins riche en sucre, et la disposait à produire du salpêtre; *je n'ai rien observé de tout cela, et n'ai aperçu*, entre les betteraves fumées et celles qui ne le sont pas, *que la différence de grosseur*. Ce qui a pu établir l'opinion que je combats, c'est que *le suc est plus concentré dans les petites, et fournit par conséquent plus de sucre sous le même volume.* »

Sans chercher à discuter les opinions que l'on avait au commencement de ce siècle sur le rôle des engrais, opinions qui valaient au moins celles de l'école actuelle, il est facile d'apercevoir la contradiction renfermée dans ce passage, si l'on constate d'ailleurs que Chaptal préférait les petites betteraves pour sa fabrication.

Indépendamment de l'*action nuisible* de la fumure fraîche, elle produit des betteraves plus grosses, plus aqueuses, dont le suc moins concentré exige plus de main-d'œuvre, de temps et de combustible dans le travail : elles donnent moins de sucre à poids et volume égaux. Cette raison est capitale pour le fabricant, indépendamment de celles que nous avons à exposer.

On conçoit, d'ailleurs, que Chaptal, partisan de la fumure immédiate des betteraves, ait donné de grands éloges à un procédé suivi en Angleterre pour les turneps et les rutabagas, dont il présumait de grands succès. Ce procédé consistait à ouvrir un profond sillon et à mettre le fumier dans le fond : on en traçait un second parallèlement, qui recouvrait le premier; on semait les graines dans la longueur des sillons, de manière que la graine fût constamment placée perpendiculairement au fumier : d'après ces dispositions, la racine, trouvant une terre meuble, plongeait jusqu'au fumier, qui entretenait sa fraîcheur et lui fournissait ses engrais.

Ce procédé cultural des ados, dont nous avons déjà parlé sous le nom de M. de Valcourt, mérite qu'on s'en occupe, en supprimant, bien entendu, l'emploi du fumier nouveau pour la betterave.

Il faut éviter les engrais qui contiennent trop de *sels solubles*, dit avec raison M. Payen, qui conseille cependant ailleurs l'addition des sels alcalins aux fumures... Cet auteur dit encore qu'un excès de substances azotées et salines rend très-difficile l'extraction du sucre, en réagissant sur la composition du sucre. « On a constaté, dit-il, l'influence défavorable des engrais trop abondants ou trop actifs sur la sécrétion du sucre dans les betteraves, et... il serait utile de favoriser la sécrétion sucrée en appliquant la fumure à la culture qui, dans l'assolement, devrait précéder la betterave ; telle est la méthode employée avec un grand succès en Prusse, pour accroître la richesse saccharine des betteraves. »

Nous n'aurions cependant pas d'objections à faire contre l'emploi des détritus végétaux, des fumiers pailleux, des tourbes désacidifiées par la chaux, etc.; mais nous rejetons celui des engrais azotés, du sang, des poudrettes, de l'*engrais flamand*. Tous les produits de la décomposition des plantes, les débris végétaux, les plantes enfouies à l'automne, ne s'opposent pas à la sécrétion sucrée, tandis que les engrais fortement animalisés ne peuvent que lui être nuisibles.

Il faut bien se garder de confondre la forte taille, la couleur foncée des feuilles et leur abondance avec le but véritable du fabricant de sucre, qui doit rechercher avant tout la proportion la plus considérable en sucre cristallisable, et la moindre possible en eau et matières étrangères.

Choix et préparation de la semence. — On doit se procurer la semence de betteraves reconnues les meilleures pour la production du sucre. Or, il est évident que les betteraves les plus lourdes, à volume égal, renferment une proportion plus considérable de ce principe immédiat. Il y a donc lieu d'espérer qu'en choisissant de telles racines pour porte-graines ou semenceaux, on perpétuera leur qualité exceptionnelle, si même on ne leur fait pas éprouver une amélioration notable.

Voici la méthode suivie en Allemagne pour choisir les betteraves les plus denses, destinées à donner de bonne graine. On prépare différents bains : le premier, d'eau ordinaire ; les autres, d'eau salée, contenant une proportion graduellement plus forte de sel marin.

Cela fait, on plonge dans l'eau les betteraves choisies pour la reproduction ; celles qui surnagent sont rejetées. Celles qui vont au fond sont placées dans le premier bain salé, et l'on met encore au rebut celles qui surnagent. On traite de la même manière les betteraves les plus lourdes par deux ou trois autres bains, et en définitive on ne conserve pour semenceaux que celles qui vont au fond du bain le plus chargé de sel.

On plante ces betteraves à l'issue des gelées, en avril ou mai, à 40 ou 50 centimètres en tous sens, dans un bon terrain bien labouré, sur fumure de l'année précédente. La graine mûrit vers septembre ; on la recueille au fur et à mesure, et on la serre lorsqu'elle a été séchée et bien purifiée par le vannage.

Chaque betterave en fournit de 150 à 350 grammes.

Lorsque le temps des semailles est arrivé, il importe de faire subir à la graine une préparation destinée à en hâter la germination. En effet, elle est enveloppée par un *épicarpe* rugueux, épais et résistant, qui opposerait un obstacle au travail germinatif, si l'on ne parvenait pas à le ramollir. Au préalable, cependant, il est bon de faire pour les graines ce que l'on a fait pour les racines de reproduction, et de choisir les plus lourdes, celles qui plongent au fond d'un bain préparé avec de l'eau et du sel. On sera sûr de cette manière de ne semer que des graines de bonne qualité, et il arrive souvent que, sans cette précaution, une partie des graines ne lève pas.

Quelques personnes *pilent* les graines de betteraves dans une sébile de bois, jusqu'à ce qu'elles soient débarrassées de leurs aspérités, et qu'il n'en reste presque plus d'adhérentes les unes aux autres. Cette opération permet d'économiser la semence et de la répandre plus également à l'aide du semoir; mais on peut s'en dispenser pour le semis à la main.

La *Société industrielle de Hanovre* a publié sur la culture de la betterave un travail dans lequel on trouve les observations suivantes :

« Pour que la semence germe plus promptement, on la fait tremper pendant environ quarante-huit heures dans du jus de fumier étendu avec une pareille quantité d'eau. On peut, après cette opération, la mêler avec des cendres qu'on fait ensuite passer dans un crible, la mettre dans un sac sans la serrer et la déposer dans une cave jusqu'à ce que le terrain soit préparé et que le temps soit favorable pour les semailles. Elle se garde ainsi, au besoin, jusqu'à quinze jours; mais il faut la faire sécher à l'air avant de l'employer, pour que les grains ne tiennent pas ensemble.

« Quelques personnes font germer les semences en les mêlant avec du sable; mais les germes sont sujets à être endommagés par l'ensemencement, surtout quand on dépose successivement chaque grain dans la place que doit occuper la plante. D'autres ne leur font subir aucune de ces préparations, parce que les froids qui surviennent souvent après les semailles nuisent aux plantes qui ont levé trop tôt, tandis que celles dont la germination n'a été accélérée par aucun moyen artificiel deviennent plus vigoureuses quand le temps leur est favorable.

On prétend aussi que le jus de fumier engendre les vers et le chaudepied.

« En France, on arrose la semence avec de l'eau jusqu'à ce que la main se mouille en en serrant une poignée. Ensuite on la met en tas de six pouces de hauteur et on la laisse en cet état jusqu'à ce qu'il s'y manifeste un peu de chaleur, après quoi on procède à l'ensemencement. Plusieurs recommandent de mettre les graines pendant vingt-quatre à trente heures dans l'eau de chaux claire, sans les faire échauffer. D'autres font dissoudre quatre ou cinq livres de chlorure de chaux dans deux cents livres d'eau, et y font amollir cent livres de semence pendant vingt-quatre à trente heures.

« Crespel fait amollir la semence dans de l'eau chaude, et la sèche en la mêlant avec de la chaux en poudre. Il prétend que ce procédé garantit la betterave des insectes. »

Nous avons nous-même conseillé de préparer la graine de betteraves en la faisant tremper dans une solution de sulfure de potassium et de calcium étendue. On peut suppléer au mode de préparation que nous avons indiqué en faisant dissoudre 250 grammes de sulfure de potassium et autant de sulfure de calcium dans cinq litres d'eau chaude. On ajoute à la dissolution vingt-cinq ou trente litres d'eau, et l'on se sert de cette liqueur pour arroser les graines à semer, exactement comme on pratique le sulfatage du blé. Au bout de cinq à six heures, on fait bien de sécher les graines avec la cendre ou la chaux éteinte : on sème le lendemain.

Cette préparation offre l'avantage de hâter les progrès de la végétation, de s'opposer à la croissance des plantes parasites et d'arrêter les ravages des insectes.

Epoque et modes d'ensemencement. — L'époque de l'ensemencement de la betterave est nécessairement très-variable, selon que l'on sème à demeure ou en pépinière, selon la nature des sols, le climat, la prolongation plus ou moins grande des froids tardifs. Il y a, du reste, intérêt à semer le plus tôt possible, afin d'augmenter la durée de la végétation et, par conséquent, le rendement de cette racine.

La betterave craint les gelées tardives du printemps qui souvent la font périr. Aussi doit-on lui éviter toute exposition froide et toute nature de sol qui donne plus de prise à la gelée.

Cette considération oblige à semer tard, si le semis se fait à demeure ; mais on peut gagner un mois en semant en pépinière pour repiquer ensuite.

Lorsque l'ensemencement se fait à demeure, on doit consulter l'époque ordinaire de la fin des gelées dans le climat qu'on habite et préparer la terre convenablement [1].

« On sème la betterave dans le mois d'avril et au commencement de mai, dit Chaptal, *lorsqu'on n'a plus à craindre le retour des gelées*. J'en ai semé vers le milieu du mois de juin, et elles ont parfaitement réussi ; cependant il ne convient de semer ni trop tôt ni trop tard. Lorsqu'on sème immédiatement après la cessation des gelées, la terre est froide et très-humide, la germination de la graine est lente, les pluies qui tombent abondamment dans cette saison battent le sol, et l'air ne peut plus y pénétrer ; dès lors la graine pourrit et les betteraves lèvent mal ; mais lorsqu'on sème plus tard, on s'expose à éprouver des contrariétés d'un autre genre : les pluies sont alors moins fréquentes et les chaleurs plus fortes ; la terre se dessèche, et dans les sols gras et compactes il se forme à la surface une croûte que les folioles très-tendres de la betterave ne peuvent plus percer.

« Les semis faits de trop bonne heure ont encore l'inconvénient de donner lieu au développement d'une foule de plantes étrangères qui étouffent la betterave et rendent les sarclages bien plus dispendieux.

« L'époque la plus favorable pour la semence est donc celle où la terre, déjà échauffée par les rayons du soleil, contient encore assez d'humidité pour faciliter la germination et hâter le développement de la jeune plante : *les derniers jours d'avril et les quinze premiers de mai* réunissent presque toujours ces avantages. »

Il y a quelques années, un agriculteur du Haut-Rhin, M. Kœchlin, annonçait avoir trouvé le moyen d'augmenter considérablement le produit de la betterave, en donnant à sa végétation une plus longue durée. Sa méthode consistait à semer sur couche dès le mois de janvier et à repiquer, au commencement d'avril, à une époque où l'humidité du sol et de l'atmosphère rend la reprise facile et assurée. Les résultats

[1] F. de Neufchâteau, etc.

annoncés par l'auteur étaient de nature à encourager les cultivateurs à essayer une méthode qui promettait jusqu'à 300,000 kilogrammes à l'hectare.

A la suite d'un essai satisfaisant fait en 1851, M. Minangoin fut chargé d'en faire un second en 1852, et il en rend un compte avantageux, sans pourtant que l'on puisse en rien conclure rigoureusement quant à la proportion du sucre, bien qu'il soit présumable que ce produit était augmenté en proportion.

Le 18 janvier, il a été fait un semis sur couche qui a donné du plant le 30 mars suivant; il a été repiqué sur un sol argilo-siliceux, à sous-sol imperméable, qui avait été préparé par un bon labour d'hiver et des hersages énergiques au printemps. Le champ, d'une fécondité moyenne, avait reçu 60 mètres cubes de fumier d'étable à l'hectare. La température était douce et la terre suffisamment humectée par une pluie du jour précédent; néanmoins, nous avons jugé à propos d'assurer par un léger arrosage la réussite du plant, qui se trouvait très-faible. (Le diamètre des racines ne dépassait pas 2 millimètres.)

La plantation a été faite en quinconce, à 65 centimètres en tous sens; ainsi il a fallu 23,668 betteraves par hectare. La température des jours suivants a été douce et humide, mais elle est devenue, plus tard, froide et sèche, et, le 30 avril, le thermomètre est descendu à 4° au-dessous de zéro. Les jeunes plantes ont parfaitement résisté à cet abaissement de température, ce qui s'explique surtout par l'état de dessiccation du sol et de l'atmosphère, produit par un vent nord-est qui soufflait avec violence depuis quelques jours.

Un léger binage a été donné le 11 mai, dès le moment où les racines étaient suffisamment assujetties; deux autres binages, dans le courant de l'été, ont complété les façons.

Au commencement de juin, nous n'avons pas tardé à nous apercevoir de la tendance à monter que manifestaient la moitié des betteraves; aussi nous nous sommes hâtés de refouler la séve par un pincement aussi rapproché que possible du collet. Cette opération, répétée aussitôt qu'il paraissait de nouvelles tiges, a eu un succès complet, et les betteraves, qui avaient eu d'abord cette funeste disposition, n'ont pas présenté de différence notable au moment de l'arrachage.

Voici les résultats de la récolte, constatés sur quelques ares, dans différentes conditions :

Rendement de la betterave d'après la méthode Kœchlin.

DATE DE LA RÉCOLTE.	ÉTAT de L'EMBLAVURE.	SURFACE dont la récolte a été pesée.	NOMBRE de BETTERAVES.	POIDS SUR LA SURFACE observée.	POIDS par HECTARE.	POIDS MOYEN d'une BETTERAVE.
		m.		kil.	kil.	kil. gr.
24 sept.	Médiocre; il existe 34 lacunes......	133	288	842	63,308	3 »
18 oct.	Médiocre; il existe 26 lacunes......	100	110	933	93,300	3,443
18 oct.	Très-satisfaisant; pas de lacunes..	100	236	1,503	151,000	6,398

Des betteraves cultivées dans le même champ, dans les mêmes conditions de fumure, par la méthode du semis sur place, ont produit 50,000 kilogrammes à l'hectare.

On peut tirer du tableau et des faits précédents les conclusions suivantes :

1° La betterave, repiquée dans les mois de mars et avril, peut résister, dans certaines circonstances, à un abaissement de température de 4° au-dessous de zéro.

2° Elle prend son principal développement dans les derniers temps de sa végétation. En effet, si l'on compare la récolte du 24 septembre à celle du 18 octobre, dans des conditions identiques, on reconnaît que le poids de la racine a doublé dans les vingt-quatre derniers jours.

3° La méthode Kœchlin donne des produits qui peuvent s'élever jusqu'au triple de ceux que fournit la méthode ordinaire du semis sur place.

4° Un pincement fait avec intelligence et suffisamment répété peut atténuer et même faire disparaître complétement la perte qui résulterait de la disposition à monter à graine [1].

La seule conséquence que nous tirerons de cette observation intéressante consistera dans la nécessité absolue de donner à la betterave la plus longue végétation possible, si l'on veut en obtenir de bons résultats. Pour cela, le semis sur cou-

[1] *Agriculteur praticien,* octobre 1853.

che en janvier ou février, et le repiquage en avril ou mai, d'après la méthode M. Kœchlin, nous paraissent fort convenables, mais ce ne peut être que pour une petite exploitation. En effet, il serait impossible de pratiquer ce moyen si l'on avait besoin de plant pour plusieurs hectares.

Nous prendrons donc pour point de départ le conseil suivant: *Semez le plus tôt possible, d'après la température de votre localité, quelle que soit d'ailleurs la méthode de votre choix.*

Il y a deux modes d'ensemencement pour la betterave : on emploie le *semis sur place*, ou bien le *semis en pépinière* et la *transplantation* [1].

Le *semis sur place* ou *à demeure* se pratique *à la volée* ou *en lignes*. Tout le monde connaît l'ensemencement à la volée; c'est le même que l'on emploie généralement pour les céréales, le trèfle, etc. Nous ne le décrirons donc pas et nous nous contenterons de dire qu'il exige au moins de 12 à 15 kilogrammes de graine par hectare [2].

C'est le mode d'ensemencement le plus mauvais, celui sur les résultats duquel on peut le moins compter, parce qu'il n'est pas possible de répandre uniformément la semence, et que les façons et les binages en sont rendus plus difficiles. L'absence d'un semoir n'est pas même une raison pour employer cette méthode, car il est toujours possible de semer en lignes derrière la charrue, si l'on ne veut pas se servir de la houe ou du plantoir. On ne doit tout au plus semer à la volée qu'en pépinière pour se procurer du plant sur un espace limité.

D'un autre côté, le semis à demeure étant préférable à la transplantation pour les betteraves sucrières, ainsi que nous allons le voir, il convient, pour la facilité des cultures, de le pratiquer en *lignes* ou en *rayons*. Mais il faut que la terre soit bien ameublie et parfaitement nettoyée, sans quoi les jeunes plantes la pénétreraient difficilement ou seraient dépassées par les mauvaises herbes, dont l'arrachement, lorsque le semis commencerait à lever, présenterait de grandes difficultés.

C'est le semis sur place en rayons qui doit être adopté pour la fabrication sucrière ; les rayons sont écartés de 45 à 50 cen-

[1] N. Basset, *Traité de la culture et de l'alcoolisation de la betterave.*

[2] Chaptal dit que cette méthode demande *au moins* de 5 à 6 kilogrammes de graines par hectare, mais il est évident qu'il y a ici une erreur, et que cette quantité ne suffirait pas pour le semis à la volée.

timètres, et les graines placées à 25 ou 30 centimètres, et même à 35 centimètres l'une de l'autre. Un hectare de terre peut, dans ces conditions, recevoir de 65,000 à 70,000 betteraves, lesquelles, au poids moyen de 750 à 900 grammes, donnent une récolte de 50,000 kilogrammes en racines de bonne qualité.

« Il est d'autant plus nécessaire d'employer cette méthode pour les betteraves destinées à la fabrication du sucre, que celles qui ont été transplantées n'ont pas ordinairement de pivot, mais plusieurs racines latérales : ce procédé, *surtout lorsque l'ensemencement a lieu de bonne heure*, donne aussi à la plante plus de temps pour se développer et attirer les sucs propres à former la matière saccharine. Le terrain destiné à produire les betteraves pour la fabrication du sucre, ne devant pas être fraîchement fumé, sera moins sujet à se remplir de mauvaises herbes, et, par conséquent, plus tôt en état de recevoir les semences. » (*Société industrielle de Hanovre.*)

Chaptal donnait la préférence à l'ensemencement par rayons, parce qu'il le trouvait bien plus sûr et plus économique. A cet effet, dès que la terre était bien préparée, il traçait sur la surface du sol des sillons d'un demi-pouce à un pouce de profondeur, à l'aide d'une herse armée de quatre dents distantes l'une de l'autre de 18 pouces; des femmes qui suivaient la herse déposaient les graines dans les sillons, à la distance de 16 pouces l'une de l'autre, et elles les recouvraient avec la main. Chaque femme peut semer de cette manière 6,000 ou 8,000 graines par jour. La quantité de graines nécessaire est à peu près la moitié de celle qu'on emploie à la volée, et le sarclage des betteraves est plus facile et moins coûteux.

« Depuis que je sème en rayons, disait-il, je passe le *cultivateur* deux ou trois fois dans le courant de l'été, et ne nettoie qu'une fois, par un bon labour fait à la pioche, les pieds des betteraves.

« Le cultivateur fait au moins un demi-hectare par jour, et cinq ou six journées d'hommes suffisent pour le reste. Je trouve une économie de plus de moitié en employant cette méthode. »

Le semis en lignes ou en rayons n'exige guère plus de 6 kilogrammes de graines par hectare, c'est-à-dire environ moitié moins que dans le semis à la volée. Voici la méthode indiquée

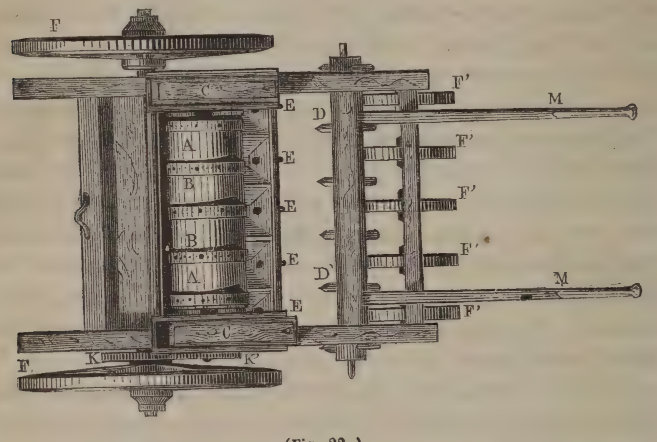
par les auteurs de *la Maison rustique :* « On trace sur le sol bien préparé, à l'aide d'un rayonneur pourvu de socs distants les uns des autres de 1 pied 1/2 à 2 pieds 1/2, de petits sillons parfaitement droits et parallèles entre eux, qui doivent avoir environ 2 pouces de profondeur ; des femmes suivent l'instrument et déposent les graines dans les rayons, au nombre de trois ou quatre par chaque pied de longueur dans la ligne ; chacune d'elles peut en répandre de la sorte environ sept mille par jour. Dans la petite culture, où tous les binages devront avoir lieu à la main, 18 pouces entre les lignes, et même de 12 à 15 dans les terres maigres, suffisent, et l'on peut mettre trois ou quatre graines par touffe , à chaque longueur de 9 à 15 pouces, ce qui offre l'avantage de garnir le champ d'une manière plus égale.

« L'emploi d'un *semoir* pourvu de pieds rayonneurs et suivi d'une chaîne, d'un râteau ou rouleau, comme il en existe plusieurs, notamment celui de M. Hugues, serait encore plus convenable et plus économique pour cette opération. Dans l'usage de toute espèce de semoir, la graine de betterave coulant très-difficilement, à cause de sa légèreté et de ses aspérités , il est essentiel de n'employer que de la semence préalablement nettoyée et exempte de tout corps étranger.

« C'est pour remédier à cet inconvénient que M. Chartier a fait connaître tout récemment qu'*il pile les graines* dans une sébile de bois, puis les crible et pile de nouveau, jusqu'à ce qu'elles soient débarrassées des aspérités et qu'on n'en trouve plus que très-peu adhérentes les unes aux autres ; une livre de graine ainsi nettoyée perd environ un tiers de son poids. Par cette méthode, on évite le dépôt et la germination de trois ou quatre graines à la même place, et conséquemment la nécessité de faire enlever à la main les plants surabondants ; opération coûteuse, minutieuse, et qui n'est pas sans inconvénients ; en plaçant les rayons à une distance de 2 pieds et la graine à 10 ou 11 pouces sur les lignes, le kilogramme contenant de 40,000 à 50,000 graines, il faudrait, par la méthode ordinaire, environ 3 kilogrammes par hectare ; tandis qu'après les avoir pilées, 2 suffisent ; il y a donc ainsi économie de main-d'œuvre et de graines. Par là, on facilite aussi beaucoup l'emploi des semoirs. »

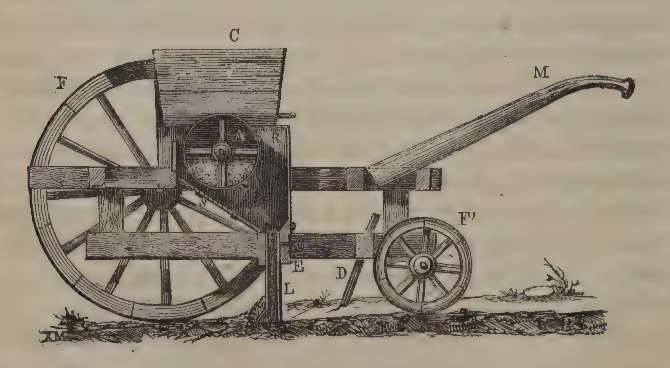
Les figures 22 et 23 indiquent les principales dispositions

d'un des semoirs les plus employés dans la culture de la betterave.



(Fig. 22.)

Pour faire fonctionner cette machine, on remplit d'abord le réservoir CC avec de la graine convenablement nettoyée ; un registre la fait tomber dans le cylindre AA, qu'elle remplit constamment au niveau de l'axe, soit jusqu'à la moitié de sa capacité intérieure. Ce niveau constant rend la distribution de la graine beaucoup plus régulière qu'elle ne pourrait être obtenue autrement. Un cheval attelé au semoir lui communique le mouvement, tandis que le semeur dirige l'appareil à l'aide des brancards MM.



(Fig. 23.)

A chaque tour de roue ou révolution, le cylindre A laisse

échapper une certaine quantité de graines par les dix trous des cercles BB (fig. 22). Ces cercles percés correspondent chacun à une petite trémie R (fig. 23), et les graines, roulant sur le plan incliné S de la paroi antérieure de la trémie, sont dirigées vers un socle creux L, qui pénètre dans le sol et y dépose la semence. La position des cinq socles rayonneurs est réglée par des vis de pression EE, qui permettent de placer les semences à telle profondeur que l'on désire atteindre pour favoriser la germination.

A l'arrière de la machine se trouvent des dents DD, qui pénètrent dans la terre à côté des lignes, la retournent et recouvrent les graines ; de plus, cinq petites roues F′F′, placées tout à fait en arrière, passent sur les lignes ensemencées et recouvertes, et compriment légèrement la terre sur les graines. On conçoit parfaitement le mécanisme de cet appareil, dont le cylindre A, soutenu par des croisillons en fer, est mis en mouvement par une roue dentée KK′, laquelle est commandée par le moyeu des grandes roues FF et peut être désembrayée à volonté.

« C'est à cause du même inconvénient dont nous avons parlé tout à l'heure, que M. de Dombasle recommande particulièrement, pour la semaille des betteraves, le *semoir à brosses et à la brouette*, avec lequel on n'a pas à craindre les interruptions dans la chute de la graine, dont il est difficile de s'apercevoir dans les grands semoirs, qui ont l'inconvénient de laisser des lignes entières non semées. La brosse ne doit être serrée que très-légèrement.

« Lorsqu'on n'a ni *rayonneur*, ni *semoir*, on peut, comme dans le Palatinat, mettre à la suite de la charrue deux personnes, dont l'une pratique avec la main ou avec un bâton un petit enfoncement dans la bande retournée, et dont l'autre dépose dans ce creux les graines de betteraves et les recouvre ; on fait ensuite passer un rouleau.

« Dans les *terres humides*, on fait, à l'aide du buttoir, des sillons espacés de 2 pieds environ, et c'est sur la crête de ces sillons qu'on place les graines.

« Dans le département du Nord, la *semaille à la houe* est la plus usitée ; un cordeau, tendu au moyen de deux piquets, guide un ouvrier qui, faisant entrer un des angles d'une petite houe dans la terre, pratique une raie de quelques pouces de

profondeur, et ainsi de suite. Une femme suit et dépose dans la première ligne les graines qu'elle prend d'une main dans un panier, et qu'elle répartit également en faisant jouer constamment le pouce sur les doigts ; une seconde femme recouvre les graines, en promenant alternativement les deux pieds sur la raie. L'homme et la première femme doivent marcher en sens contraire, afin qu'arrivant en même temps aux deux extrémités du champ, ils puissent ôter ensemble les piquets du cordeau et les reporter à la ligne suivante. »

On emploie, selon la facilité, l'un ou l'autre de ces modes de procéder. Comme il arrive souvent qu'une seule graine de betterave donne plusieurs pieds, parce qu'elle peut contenir plusieurs germes, comme, d'ailleurs, le semoir peut laisser échapper des graines à des distances trop rapprochées, il est nécessaire d'éclaircir les plants au premier sarclage, pour les mettre sur lignes à la distance convenable.

Le *semis en pépinière* ne peut guère convenir qu'à la petite exploitation. Cependant, lorsqu'on a pu semer de bonne heure en lignes, on peut employer au repiquage ou à la transplantation les plants provenant de l'éclaircissage ; on les utilise aussi pour regarnir les places vides. Les deux précautions à prendre consistent à ne pas briser le pivot de la racine en l'arrachant, et à ne pas en ployer l'extrémité en la replantant à l'aide du plantoir.

La transplantation retarde la végétation de la racine repiquée ; elle augmente les frais de main-d'œuvre, favorise le développement des radicules qui augmentent les difficultés du nettoyage, et, comme l'extrémité de la racine est presque toujours brisée, les betteraves ne pivotent plus et deviennent fourchues.

La méthode de M. Kœchlin est encore à expérimenter au point de vue de la sucrerie.

« Le semis en couche ou pépinière, dit Chaptal, offre l'avantage de prendre beaucoup moins de temps à l'agriculteur, dans une saison où tous ses moments sont précieux ; on transplante ensuite les jeunes plants dans le mois de juin, avant la coupe des foins, de sorte que cette culture ne nuit en aucune manière aux travaux ordinaires de la campagne. Mais cette méthode offre de graves inconvénients : le premier de tous, c'est que, quelques précautions qu'on prenne en arrachant les jeu-

nes plantes, il est difficile de ne pas laisser dans la terre l'extrémité de la queue de la plupart, et que dès lors elles ne plongent plus dans le sol ; leur surface se couvre de radicules, et elles grossissent, comme les raves, sans s'allonger : le second, c'est qu'en plantant la betterave, on replie la pointe très-fine et très-délicate de l'extrémité, et on éprouve encore l'inconvénient que je viens de signaler.

« Il convient néanmoins à l'agriculteur d'avoir quelques milliers de betteraves en pépinière, pour pouvoir garnir les vides qui se trouvent toujours dans les champs lorsqu'on sème par d'autres moyens. »

En général, les betteraves provenant de l'éclaircissement des pieds, lors du premier sarclage, suffisent à regarnir les vides, et, lorsqu'on a semé en lignes au semoir ou à la volée, 1 hectare donne du plant pour trois autres, tout en conservant la quantité qui lui est nécessaire.

Dans le semis en pépinière, il faut choisir une terre extrêmement bien préparée et très-féconde en principes nutritifs; la terre de jardin, de chenevière, en un mot, un excellent sol est nécessaire dans cette méthode. On peut même, dans ce cas, fumer la pépinière, parce que l'influence du fumier ne se fera sentir que sur les jeunes plants, qu'elle fera grossir rapidement, sans cependant pouvoir agir sur la proportion de matière sucrée. Nous pensons avec la Société industrielle de Hanovre, dont nous avons déjà cité le travail, que l'endroit le plus convenable pour cet objet, surtout quand on ne cultive pas la betterave en grand, est un carreau de jardin bien exposé à l'air et au soleil, à l'abri des vents du nord et de l'est, et soigneusement cultivé en automne et au printemps. L'engrais frais rendant les plantes délicates, quand on les transporte dans un sol de qualité inférieure, une fumure ancienne et cependant énergique lui est préférable, quoique plusieurs agriculteurs de notre pays soutiennent le contraire. Si un jardin ne suffit pas pour la production des jeunes plantes, il faut y consacrer environ la quinzième partie des terres destinées à la culture des betteraves, en choisissant pour cela les plus fertiles.

Le meilleur moment pour opérer le semis en pépinière est le commencement du printemps ou plutôt la fin de mars et le commencement du mois d'avril, selon la température : on

sème *à la volée* ou *en lignes*, et on emploie de 30 à 40 kilogrammes par hectare. Si l'on sème en rayons, ce qui vaut infiniment mieux, on écartera les rayons de 20 à 25 centimètres au plus.

Les uns exigent que l'on consacre à la pépinière la quinzième partie des terres à betteraves, les autres la dixième : nous croyons que cette dernière quantité est trop forte, et que 1 hectare de pépinière peut fournir du plant pour 12 à 15 autres ; c'est sur cette donnée qu'il faudrait se baser.

Aussitôt que le plant porte trois ou quatre feuilles, il convient de le sarcler, en s'arrangeant pour qu'il y ait de 3 à 5 centimètres de distance entre deux. Au bout de quinze jours, on renouvelle le sarclage avec la houe. Il ne faut arroser qu'avec beaucoup de réserve, car un arrosement en exige d'autres, et leur fréquente répétition durcit le terrain.

Vers la fin de mai, lorsque les jeunes racines ont acquis au collet la grosseur du petit doigt, il s'agit de procéder à la transplantation, pour laquelle il faut autant que possible profiter d'un temps pluvieux et humide, sans quoi on serait obligé de pratiquer des arrosements soit avec l'eau, le purin, ou, mieux encore, avec la solution alcaline que nous avons indiquée, en l'étendant de deux cent cinquante à trois cents fois son poids d'eau. En arrachant les jeunes plantes, la première règle qu'on doit suivre est de conserver autant que possible le pivot, malgré l'opinion de M. Payen, qui prétend trouver dans le retranchement de ce pivot un remède à la maladie. En tout cas, si on le retranche, on ne doit en quelque façon que le rafraîchir par le bout. Il convient ensuite de couper les feuilles à 8 ou 10 centimètres du collet, en ménageant avec soin celles du cœur. Les feuilles extérieures, que l'on retranche, mourraient toutes après la transplantation, et, en outre, s'opposeraient à la reprise du jeune plant, qu'elles priveraient de sucs nutritifs. On a dû conserver dans la pépinière le nombre de plants nécessaire pour la bien garnir, en gardant entre eux un intervalle de 25 centimètres en tous sens, si l'on a semé à la volée. Si, au contraire, on a semé en lignes, il conviendra d'arracher complétement le premier rayon, puis d'enlever dans le second la plus grande partie du plant, de manière à laisser entre les pieds restants la distance normale de 30 à 35 centimètres ; on arrache ensuite complétement le troisième rayon;

puis on agit pour le quatrième comme on a fait pour le second, et ainsi de suite.

Les plants de repiquage, préparés, comme nous l'avons dit, par le retranchement des feuilles extérieures et le pincement du pivot, *s'il y a lieu*, peuvent être conservés pendant plusieurs jours, en attendant la transplantation, si on les met la tête en haut, dans un baquet rempli d'un mélange de terre, d'eau et d'une petite quantité de la solution alcaline dont nous avons parlé. C'est à l'aide de ce baquet qu'on les transporte sur le champ, au lieu où on doit les repiquer.

On connaît bien des méthodes de repiquage ; nous allons en dire un mot, en nous arrêtant toutefois un peu plus longuement à celle à laquelle nous donnons la préférence. On plante au plantoir, à la bêche ou à la charrue. La plantation au *plantoir* se fait en pratiquant un trou, à l'aide de cet instrument, le long de la ligne tracée à la distance convenable ; un ouvrier est chargé de ce soin, il place dans ce trou un plant contre lequel il resserre la terre, soit avec le pied, soit avec le plantoir même.

La plantation *à la bêche* exige le concours de deux ouvriers, dont l'un enfonce une bêche dans la terre et la pousse en avant de manière à former une ouverture, dans laquelle un autre ouvrier ou même un enfant glisse la plante. Le premier laisse tomber la terre et la presse du pied avec précaution contre la racine. Cette méthode est préférable à la précédente, en ce qu'elle est plus expéditive et donne plus de facilité pour mettre la racine dans la terre et lui faire prendre une position convenable.

La plantation *à la charrue* est, de toutes, la plus prompte et celle qui, lorsqu'elle est faite avec intelligence, donne le plus de facilité. Voici la manière la plus régulière de la pratiquer dans un champ, que nous supposons toujours convenablement préparé. Deux charrues sont nécessaires si l'on ne veut pas faire chômer les planteurs, et, si la pièce de terre était très-vaste, on pourrait en employer plusieurs couples. La première retourne une bande de terre ; elle est suivie par le planteur, qui dépose contre cette bande les plants de betteraves à la distance d'environ 35 centimètres. La seconde charrue vient ensuite et retourne la bande voisine, qui renferme dans la terre les racines des plants déposés. On a eu la précaution de lais-

ser dépasser le collet, afin que la plante ne soit pas entièrement enfouie.

On peut encore planter les betteraves sur des *ados* formés de deux bandes retournées l'une contre l'autre ; dans ce cas, il faut se servir du plantoir. Cette méthode, dont l'idée appartient à M. de Valcourt, est excellente, en ce sens qu'elle donne plus de profondeur à la couche de terre meuble dans laquelle doivent pénétrer les racines.

Si le temps est sec, il conviendra de favoriser la reprise par un *léger* arrosement[1].

Quelle que soit la méthode que l'on emploie pour semer la betterave, Chaptal veut qu'on sème sur des terres *fraîches* et naturellement *fertiles*, qu'on ne place pas la graine à plus d'*un pouce* (27 à 30 millimètres) de profondeur, enfin, *qu'on ne sème pas trop épais.*

Ces recommandations sont d'une extrême justesse, et l'on ne peut mieux faire que de s'y conformer.

Façons et binages. — Aussitôt que les betteraves semées sur place ont trois ou quatre feuilles, ce qui arrive un mois après l'ensemencement, on leur donne un sarclage à la main, à l'aide d'une *binette* ou *serfouette ;* on en profite pour éclaircir le plant, à 25 ou 30 centimètres en tous sens pour les semis à la volée, et à la même distance sur lignes, dans le cas de semis en lignes. Si l'on avait des transplantations à faire, on n'éclaircirait que trois semaines plus tard, à l'époque du second sarclage, afin d'avoir du plant plus vigoureux.

Le plant *repiqué* doit être biné aussitôt que sa reprise est assurée.

Ces premières façons ne doivent jamais être négligées ou retardées, car aucune plante ne souffre autant que la betterave de cette négligence, et il n'est pas de plus mauvaise économie que celle qui consiste à lésiner sur les soins de propreté et d'entretien.

Le *Bulletin de la Société industrielle de Hanovre* donne, au sujet des façons et cultures de la betterave, les conseils les plus judicieux et les plus sages.

« Il est à observer, en général, qu'un champ de betteraves doit recevoir le nombre de sarclages et de houages nécessaires

[1] *Traité de la culture et de l'alcoolisation de la betterave.*

pour le nettoyer des mauvaises herbes et ameublir la couche superficielle, afin que l'air puisse y pénétrer, c'est-à-dire ordinairement deux ou trois, qui ne doivent jamais être différés trop longtemps. Ils sont indispensables jusqu'à ce que les feuilles de betteraves, couvrant entièrement le sol, étouffent les plantes qui nuisent à leur végétation. Un temps sec est le plus convenable pour le houage. Le sarclage, au contraire, est plus facile après la pluie, surtout dans un terrain compacte. Un houage profond aurait, pour les terres sablonneuses, l'inconvénient de les exposer à se dessécher trop promptement.

« Le champ dans lequel on a placé la semence à demeure, n'ayant pas été labouré aussi tard que celui où l'on a transplanté les betteraves, doit ordinairement être houé ou nettoyé une fois de plus. On le nettoie d'abord en éclaircissant les jeunes plantes.

« Chaque grain de semence pouvant produire plusieurs betteraves, tandis qu'il ne doit en rester qu'une seule à chaque place, il faut enlever les autres aussitôt qu'on le pourra, et au plus tard quand elles auront atteint la longueur du petit doigt, de crainte que, si elles étaient plus fortes, on n'arrachât en même temps celles qu'on a l'intention de laisser subsister. A moins qu'on ne veuille employer ces plantes superflues à remplir les places vides, le meilleur moyen de les détruire est de couper la racine dans la terre, avec un couteau, assez bas pour la faire périr.

« Il faut en même temps débarrasser le champ, au moyen d'une houe à main, des mauvaises herbes qui commencent à paraître ; mais l'instrument doit pénétrer au plus à un pouce de profondeur, pour ne pas soulever les jeunes plantes. Les houages suivants auront, si le sol le permet, de 2 à 3 pouces de profondeur.

« Les champs ou l'on a planté des betteraves sont ordinairement houés pour la première fois quand les plantes dépassent un peu la longueur du doigt.

« Quand on cultive les betteraves en grand et qu'elles sont disposées en lignes droites, on peut se servir, pour abréger le travail, de la houe à cheval, pourvue d'un fer plat ou cintré. Ce fer doit être assez étroit pour ne pas endommager les plantes, et cependant assez large pour atteindre le but qu'on se propose en l'employant. On peut houer ainsi près d'un hectare

par jour, mais il faut arracher les mauvaises herbes qui sont trop rapprochées des plantes.

« Le buttage est-il utile aux betteraves ? Il n'est pas de question sur laquelle les agriculteurs de notre pays soient moins d'accord. Ceux-ci le regardent comme indifférent, ceux-là comme avantageux, et d'autres comme nuisible. Plusieurs même prétendent que les betteraves qui croissent en grande partie hors de terre doivent être entourées d'un creux en forme de chaudron pour qu'elles se développent davantage au-dessus du sol et attirent plus d'humidité.

« Il est certain que le buttage ne convient point aux betteraves destinées à servir de nourriture au bétail, et surtout à celles qui croissent hors de terre, puisqu'il leur enlève l'affluence de l'humidité ; mais il est, au contraire, avantageux pour celles qu'on veut employer à la fabrication du sucre ; car il contribue à rendre leur partie supérieure plus riche en matière saccharine. Il peut aussi fournir un moyen de remédier au défaut de profondeur de la couche végétale, en réunissant autour de la plante une quantité de terre dont autrement elle n'aurait pas profité.

« On ne doit effeuiller les betteraves destinées à la fabrication du sucre qu'une huitaine de jours avant la récolte, car la privation de leurs feuilles, les exposant à toutes les ardeurs du soleil, ne permettrait pas à la racine d'acquérir la régularité de forme désirable, et d'élaborer convenablement la matière saccharine. On peut néanmoins, dans le cas d'un pressant besoin de fourrage, enlever un peu plus tôt les feuilles dont les côtes commencent à se flétrir. »

Complétons maintenant ce qui précède par les indications de Chaptal, dans lesquelles chaque mot révèle l'homme essentiellement pratique :

« Il y a peu de plantes, dit-il, qui exigent plus de soins que la betterave ; le voisinage des plantes étrangères arrête son développement, et lorsque la terre n'est pas meuble et remuée autour d'elle, elle languit, jaunit et ne se développe point.

« Dès que la plante a commencé à pousser ses secondes feuilles, il faut lui donner un premier sarclage : si l'on a semé à la volée, on ne peut travailler la terre qu'à la main et avec une pioche légère ; on déracine toutes les herbes, on arrache des betteraves pour laisser un espace de 15 à 18 pouces entre

celles qu'on laisse. Si l'on a semé en sillons, on emploie le cultivateur et un cheval, et l'on travaille le pied des racines à la pioche. Il faut pratiquer l'opération du sarclage au moins deux fois dans la saison.

« Le sarclage ouvre la terre à l'air et à l'eau ; il la nettoie des mauvaises herbes. Après chacune de ces opérations, on voit les betteraves se ranimer, leur couleur se foncer en vert ; la racine grossit, les feuilles augmentent de volume...

« Le produit d'un champ dont la terre est fréquemment remuée est *au moins le double* de celui dont les sarclages ont été négligés. »

Récolte. — Les auteurs qui ont écrit sur la betterave s'accordent à dire que l'époque de la récolte de cette plante doit coïncider avec sa maturité. Leur raison est que ce moment est celui où *le sucre est en plus grande abondance* dans les tissus de cette racine... Cette époque se manifeste par l'arrêt de la végétation, par le changement de couleur des feuilles qui jaunissent et s'affaissent vers la terre[1].

M. Péligot croit pouvoir conclure de ses analyses que pendant la durée de la croissance de la betterave, *ses diverses parties constituantes augmentent simultanément et se maintiennent dans une proportion à peu près constante*... Cependant les choses se passent autrement pour un grand nombre de végétaux, et en particulier pour les fruits et les raisins, dans lesquels *les acides précèdent de longtemps la matière sucrée.*

Le savant analyste semble insinuer qu'il y aurait avantage à traiter la betterave pour sucre avant sa maturité, et il ajoute, un peu après le passage dont nous venons de donner l'idée :

« ... *Si* la betterave contenait, à toutes les époques de son existence, les mêmes quantités d'eau, de sucre, etc., il y aurait *probablement* un avantage marqué à renoncer à son complet développement et à commencer les travaux d'extraction du sucre avant l'époque à laquelle on a coutume de le faire. En semant plus dru, on arriverait *peut-être* à compenser la différence en moins du poids des racines, qui serait une des conséquences de ce changement.

[1] Des essais que l'on dit fructueux ont été tentés par un agriculteur belge pour hâter la maturité des betteraves à sucre. Les procédés qu'il a suivis sont encore restés secrets.

« On éviterait en partie, en procédant de la sorte, l'emmagasinage des betteraves et leur pénible conservation ; on éluderait aussi les difficultés qui surgissent toujours des travaux d'hiver, qui nécessitent une très-grande hâte pour être achevés à une époque déterminée. On objectera peut-être que d'autres travaux de la campagne venant à coïncider avec l'ouverture des fabriques de sucre rendraient les ouvriers plus rares et les journées plus chères ; mais dans le plus grand nombre des localités où l'on doit fabriquer le sucre, cette objection serait bientôt levée.

« *Mais,* autant qu'il est permis de tirer des conclusions des résultats qui précèdent, *la betterave se trouve contenir une quantité de sucre notablement plus grande pour le même poids, lorsqu'elle est arrivée à une certaine époque de sa croissance*[1]. La betterave *mûre*, au mois de novembre, peut contenir jusqu'à 15 pour 100 de sucre ; un mois plus tôt elle n'en contenait que 12. »

Nous adopterons cette dernière idée avec tous les hommes d'observation et nous regarderons la betterave *mûre* comme renfermant le *maximum* de matière saccharine pour un poids donné. C'est donc à l'époque de la maturité que nous procéderons à la récolte. Ce n'est pas que nous rejetions l'idée de M. Péligot d'une manière absolue, surtout lorsqu'il dit avec la plus grande vérité que le sucre décroît beaucoup en quantité à la fin de la saison du travail des fabriques, si bien que les betteraves mûres et conservées peuvent, dans beaucoup de cas, être moins profitables à travailler que les betteraves non parvenues à maturité.

Mais nous nous en tenons à ce fait que les betteraves mûres contiennent plus de sucre sous le même poids que les betteraves non mûres, en sorte que nous pensons que le véritable problème consiste à rechercher les moyens de hâter la maturité des betteraves, bien qu'il puisse y avoir intérêt à devancer *quelquefois* le moment de la maturité pour commencer la fabrication.

« Il est évident, continue M. Péligot, qu'il y a là un compte à établir, et les éléments de ce compte dépendront sur-

[1] Il résulte de ceci que la proportion des divers principes de la betterave n'est pas *constante*, et que les hypothèses de M. Péligot ne lui inspirent à lui-même qu'une confiance très-limitée. Elles ne sont, d'ailleurs, pas admises par la pratique.

tout des circonstances locales. Depuis longtemps, de très-habiles praticiens ont émis l'opinion que la fabrication du sucre pourrait commencer avec profit plus tôt qu'on ne le fait généralement ; les résultats que j'ai obtenus viennent confirmer cette opinion, puisqu'on peut avoir au mois d'août des betteraves du poids de 500 à 600 grammes, contenant de 8 à 10 pour 100 de sucre. »

Dans le cas où l'on voudrait arracher des betteraves avant l'époque ordinaire, on devrait porter en ligne de compte la perte double résultant du moindre poids des racines et de la proportion plus faible de sucre, et voir si cette perte est compensée par les avantages que l'on aurait en vue d'obtenir.

M. Payen est de l'opinion que l'on doit attendre la maturité des betteraves pour en faire la récolte. Il pense que l'arrachage des racines doit être *commencé dès que* les betteraves ont acquis tout leur développement. Il ajoute une phrase dont nous prenons note, et nous la citons textuellement :

« ... La maturité des betteraves se reconnaît à ce que la plupart des feuilles développées se fanent et jaunissent ; *lorsque l'arrachage devance l'époque où cet état se manifeste*, ET SURTOUT LORSQUE L'HUMIDITÉ DU SOL ENTRETIENT LA VÉGÉTATION, *leur qualité est inférieure, l'extraction du sucre est plus difficile et le rendement moindre.* »

Nous verrons tout à l'heure que penser de cette *opinion hasardée*, qui n'est rien autre chose que l'expression d'une hypothèse gratuite faite avec le ton de l'affirmation.

Chaptal a dit également que si on récolte les betteraves avant l'époque de leur maturité, elles se flétrissent, se rident et deviennent molles ; le suc qu'on en extrait est d'un travail plus difficile et le sucre a moins de consistance.

Cela est vrai, lorsqu'on ne traite pas les betteraves pour sucre aussitôt après l'arrachage, car aucun produit végétal n'est susceptible de bonne conservation lorsqu'il a été arraché ou récolté avant sa maturité : mais il est loin d'en être ainsi lorsqu'on travaille les betteraves au fur et à mesure qu'on les extrait du sol. Elles se traitent avec autant de facilité dans ce cas que si elles étaient arrivées à tout leur développement. Sous ce rapport, M. Péligot est d'accord avec la pratique, et il y aurait grand avantage pour la fabrication à commencer ses

opérations dès la fin de juillet sur une partie des racines destinées à produire du sucre.

L'idée de M. Payen est donc incomplète; elle contient en outre une erreur évidente, car il est constaté que la betterave *gagne* plutôt qu'elle ne perd pendant tout le temps qu'elle *végète :* cet auteur n'a pas suffisamment expliqué sa pensée et n'a pas fait la distinction convenable entre les deux phases de la vie des betteraves.

La première prend à la germination pour se terminer à la chute des feuilles, à la première maturité ; c'est à ce dernier moment que la racine renferme le maximum de sucre pour un poids donné. La seconde phase part de la maturité de la racine pour se terminer à la maturité des graines et à la mort du végétal. A partir du commencement de cette seconde période, la betterave perd graduellement sa matière sucrée, qui subit diverses transformations, dont les résultats sont nuisibles au fabricant. Il y a diminution du sucre, production de matière visqueuse et de mannite, augmentation de l'action fermentative et développement des acides naturels; tous ces phénomènes rendent le travail plus difficile et s'opposent à l'extraction du sucre ; mais ils ne se présentent pas dans la première période.

Quand la betterave reste en terre après l'époque de sa première maturité, elle perd du sucre au bout d'un certain temps et paraît absorber une quantité trop considérable de matières salines. Ce phénomène est attribué, par Chaptal, à une nouvelle élaboration des sucs du végétal après la maturité, et cet observateur cite à l'appui de son opinion une mésaventure survenue au chimiste Darracq.

De concert avec M. le comte Dangos, préfet du département des Landes, Darracq avait tout préparé pour l'établissement d'une sucrerie. Dès le mois de juillet jusqu'à la fin d'août, il fit l'essai des betteraves tous les huit jours, et en retira constamment de 3,5 à 4 pour 100 de beau sucre; rassuré sur ces résultats, il discontinua ses essais pour se livrer tout entier aux soins qu'exigeait l'établissement; mais quelle ne fut pas sa surprise lorsque, *vers la fin d'octobre*, les betteraves ne lui fournirent plus que des sirops et du salpêtre, et pas un atome de sucre cristallisable!

Il ne nous semble pas possible de tirer de ce fait une con-

clusion absolue; en effet, il manque à cette observation les renseignements indispensables sur la nature du sol, les engrais employés, etc. On ne peut guère en déduire que ceci, pour ne pas s'exposer à tirer des conséquences illusoires d'un fait isolé : les betteraves, dans certaines conditions et certains sols, auraient la faculté d'absorber des matières salines nuisibles à l'extraction du sucre. Ce fait est déjà bien connu par l'influence funeste du chlorure de sodium ou sel marin sur le produit de la betterave.

Quoi qu'il en soit, l'époque de la maturité de la betterave s'annonce par les feuilles qui jaunissent, se couvrent de taches rougeâtres ou brunes et s'affaissent. C'est alors que l'on doit procéder à l'arrachement des betteraves destinées à la fabrication sucrière. On choisit un beau temps sec pour cette opération, avec la précaution d'attendre que les betteraves aient éprouvé quelques jours de sécheresse, afin que leur tissu soit moins aqueux et plus résistant. C'est ordinairement en octobre que l'on doit arracher les betteraves, bien que l'on puisse quelquefois en retarder l'extraction jusqu'au commencement de novembre, la betterave souffrant peu tant que le thermomètre n'est pas descendu au-dessous de +5 degrés centigrades.

Voici, à ce sujet, les observations de la Société industrielle de Hanovre :

« On doit choisir, pour séparer la betterave de la terre, un temps bien sec, l'humidité la rendant sujette à pourrir. On peut l'arracher de différentes manières ; voici le procédé en usage dans notre pays :

« On enlève d'abord la fane en la coupant, ou, ce qui vaut mieux, en la tordant. On peut faire cette opération successivement et la commencer plusieurs jours à l'avance, afin d'avoir le temps d'employer les feuilles à la nourriture du bétail, et pour que les têtes de betteraves aient le temps de sécher. L'enlèvement de la fane au moyen d'un instrument tranchant est surtout nuisible quand la betterave doit rester encore quelque temps dans la terre, car il la rend sujette à se ratatiner à l'endroit de la coupure, et plus sensible à la gelée.

« Si les betteraves sortent beaucoup de terre ou que le sol soit léger, on les tire avec la main et l'on frappe doucement deux racines l'une contre l'autre pour faire tomber la terre qui y est attachée. Mais, si elles tiennent trop au sol, il faut les

en séparer au moyen d'une bêche ou d'un autre instrument.

« Pour accélérer le travail, on peut mettre en ligne les betteraves arrachées, en tournant toujours la fane d'un même côté, après quoi un ouvrier exercé enlève, avec une bêche bien tranchante, la fane et l'extrémité supérieure de la racine. Plus la coupure est petite, moins la betterave est sujette à la pourriture. Si l'on est obligé d'employer la bêche pour tirer les betteraves et qu'en même temps on veuille enlever la fane par la méthode que nous venons d'indiquer, il faut toujours que deux ouvriers travaillent ensemble. Le plus fort arrache les plantes, et l'autre les prend par les feuilles pour les placer en lignes.

« En Bohême, on arrache les betteraves avec la charrue, puis on les dispose par rangées et l'on coupe la fane au moyen d'une faucille. En France, on a renoncé à cette méthode, parce qu'on a trouvé que la charrue et les pieds des chevaux endommageaient trop les racines.

« Il faut surtout prendre garde de meurtrir les betteraves en les frappant l'une contre l'autre pour en séparer la terre, la moindre lésion les exposant à la pourriture. On doit donc bien se garder d'en retrancher les racines chevelues. Quand les betteraves ont crû dans un sol meuble et léger, le chargement et le déchargement détachent une grande partie de la terre qui tient à ces radicules ; et, si l'on veut les employer comme fourrage, on peut faire tomber le reste avant de les donner au bétail ; elles seront alors assez propres pour ne lui faire aucun mal. Celles qu'on destine à la fabrication du sucre doivent être nettoyées avec plus de soin avant la manipulation. Si les betteraves ont été cultivées dans un terrain compacte, il est indispensable d'en séparer la terre qui s'y est attachée en grande quantité et qui pourrait nuire à leur conservation en développant leur faculté végétative ; mais ce nettoiement exige beaucoup de précaution.

« On met les betteraves et la fane en tas séparés, et on les enlève du champ. Lorsque le temps est beau et qu'on n'a pas de gelées à craindre, on y laisse les racines pendant quelques jours pour les faire sécher[1]. Si l'on conserve la moindre in-

[1] Les agriculteurs français ont appris, par l'expérience, que les betteraves qui restent exposées au soleil s'échauffent et entrent ensuite en fermentation dans les magasins où on les conserve. C'est pourquoi ils ont pris l'habitude de

quiétude à l'égard de la gelée ou qu'on éprouve du retard, faute de moyens de transport, on en forme des pyramides de 3 pieds de hauteur, que l'on couvre soigneusement avec des feuilles ou de la paille pour les garantir du froid, qui leur est très-pernicieux aussitôt qu'elles sont hors de terre.

« Quelques agriculteurs font jeter sur la voiture les racines avec leurs feuilles, trouvant plus commode de les séparer et de nettoyer les premières à la maison. Mais alors les feuilles sont malpropres, s'échauffent facilement et deviennent ainsi moins profitables au bétail.

« Si les betteraves ne sont pas assez sèches lorsqu'on les enlève du champ, il faut les décharger d'abord dans un hangar bien aéré et où elles soient suffisamment garanties du froid. Là, on sépare, pour s'en servir de suite, les betteraves meurtries, creuses ou attaquées de la gelée, si on ne l'a pas déjà fait dans le champ. On doit aussi, dans le même but, mettre de côté celles qui sont très-grosses, comme plus sujettes à la pourriture. »

On calcule qu'il faut quarante ouvriers, femmes et enfants, pour arracher en un jour la récolte d'un hectare de betteraves, effeuiller les racines et les mettre en tas tout prêts à être transportés.

Nous engageons vivement le lecteur à suivre les règles que nous venons de tracer, et surtout celles que nous avons empruntées à la Société hanovrienne ; elles sont empreintes de ce bon sens pratique qui caractérise le génie industriel allemand, et partout où se trouve la vérité, on doit s'empresser de se conformer à ses indications.

Conservation des betteraves. — « Les betteraves s'altèrent par le froid et la chaleur; elles se gèlent à la température de 1° au-dessous du terme de la glace, elles germent à 8° ou 10° au-dessus : la gelée les ramollit et détruit leur principe sucré; elles se pourrissent du moment qu'elles sont dégelées.

« La chaleur développe les tiges au collet de la racine et décompose les sucs qui fournissent à cette végétation. Lorsque la germination est peu avancée, l'altération des sucs n'est que

les couvrir de feuilles pendant les heures les plus chaudes de la journée et de les enlever le matin de bonne heure. (Schubarth.)

locale, de manière qu'en coupant le collet un peu profondément, on peut travailler le surplus de la racine sans inconvénient.

« Ainsi, *pour conserver les betteraves, il faut les garantir des gelées et de la chaleur.*

« Le premier soin que doit prendre l'agriculteur est de ne les mettre en magasin qu'autant qu'elles sont sèches ; à cet effet, après les avoir arrachées, on peut les laisser dans les champs jusqu'à ce que le temps ait fait évaporer toute l'humidité... »

Chaptal, auquel nous empruntons les lignes précédentes, entassait ses betteraves dans une vaste grange, à la hauteur de 7 à 8 pieds ($2^m,30$ à $2^m,60$), à mesure qu'on les apportait des champs. Il n'employait pas d'autre précaution que de former contre les murs d'enceinte une couche de paille ou de bruyère qu'on élevait à la hauteur des betteraves, et de recouvrir le tas avec de la paille, lorsqu'on était menacé de gelée. Pendant dix ans, sa récolte de betteraves ainsi traitée n'a pas souffert; il est arrivé cependant deux ou trois fois que les betteraves germaient avec assez de force pour faire craindre qu'elles se décomposassent : il s'est borné, dans ce cas, à démonter le tas, à déplacer les betteraves, et la végétation s'est arrêtée.

Cet illustre observateur ajoute :

« Il y a des cultivateurs qui laissent les betteraves dans les champs ; ils creusent une fosse dans un terrain sec et donnent au fond une légère pente pour faciliter l'écoulement des eaux. On remplit cette fosse de betteraves et on les recouvre d'un pied de terre, sur laquelle on place un lit de bruyère ou de genêt, afin que les eaux des pluies ne puissent pas s'y infiltrer. On peut garnir le fond et les côtés de la fosse d'une couche de paille ou de bruyère.

« Au lieu de creuser des fossés, ce qui est toujours dispendieux, il suffit de former des tas de betteraves sur un sol sec, et de garnir les côtés et le sommet de couches de terre : on peut recouvrir le tout d'un toit semblable à celui dont je viens de parler.

« Ce moyen de conservation doit être employé lorsqu'on n'a pas de magasin convenable ou lorsqu'on manque, en automne, de moyens de transport suffisants. »

Comme il est facile de le voir par ce passage, Chaptal a indiqué d'une manière très-précise les causes d'altération de la betterave, savoir : le froid, la chaleur et l'humidité, et il donne les moyens de s'en garantir par l'emmagasinement en granges ou hangars, en fosses, en tas... Les modernes n'ont rien fait de plus. Nous citons à dessein les paroles textuelles de cet homme célèbre, l'un des plus ardents propagateurs de l'industrie sucrière indigène, afin de renvoyer le lecteur à la véritable source où les prétendus inventeurs de procédés de conservation des betteraves ont puisé leurs méthodes.

Il convient cependant de faire observer que l'emploi de la paille *sous* les racines, conseillé par Chaptal, est plus nuisible qu'utile à leur conservation : cette paille, en fermentant et pourrissant, favorise l'altération et manque absolument son but. Une couche de sable sec serait préférable à tous égards.

Les causes d'altération de la betterave et de toutes les racines ou tubercules sont donc : l'humidité, la chaleur, le froid. Nous avons déjà exposé, dans notre livre sur la *Fermentation*, les principes et les règles qui doivent guider le praticien dans la plupart des cas; aussi nous y renvoyons le lecteur pour la plupart des détails dans lesquels nous ne pouvons entrer ici.

La *chaleur humide* est la cause désorganisatrice par excellence; elle est le point de départ du mouvement fermentatif, le ferment restant complétement inactif, tout le temps qu'il est soustrait à son influence. C'est donc là le principe d'une première règle à tracer par rapport à la betterave, comme à toutes les autres matières susceptibles de conservation : *il faut éviter à tout prix l'accès de la chaleur et de l'humidité.*

D'un autre côté, le *froid*, qui joue si souvent le rôle d'agent conservateur, agit sur la betterave d'une manière parfaitement tranchée. De 3° à 5° au-dessous de zéro, cette racine gèle, et cela d'autant plus promptement qu'elle est plus aqueuse et moins sucrée. Si la congélation subsiste, la betterave se conserve indéfiniment, sans aucune altération du principe saccharin. Qu'on la soumette aux opérations de la sucrerie, au râpage, à la pression, etc., son jus fournira autant de sucre que dans les meilleures conditions. Il y a plus, et nous le verrons tout à l'heure, le meilleur moyen de se soustraire à l'altération organique destructive du sucre consisterait peut-être dans une congélation permanente...

Mais qu'une élévation d'un ou deux degrés de température se manifeste, l'action conservatrice du froid disparaît, et l'on se trouve en présence d'une nouvelle série de phénomènes qui appartiennent à la fermentation putride ou ammoniacale et à la fermentation visqueuse.

La congélation a produit une sorte de coction des tissus résistants, et leur ramollissement est tel, qu'ils tombent rapidement à l'état de putrilage. Le sucre est altéré, modifié, changé le plus souvent en matière visqueuse et en mannite. On conçoit, dès lors, que l'on doit apporter le plus grand soin à ne pas laisser geler les betteraves, ou à ne pas les laisser dégeler, dans le cas où elles auraient été soumises à la congélation.

Si l'on veut éviter la gelée, la température ne doit jamais s'abaisser au-dessous de zéro; si, au contraire, on procède par congélation, elle ne doit jamais s'élever plus haut que 5° au-dessous de ce terme.

Passons maintenant à un ordre de considérations plus élevé, qui achèvera de nous édifier complétement sur le sujet qui nous occupe. La betterave, les rhizomes, les tubercules, toutes les racines vivaces ou bisannuelles à tiges caduques annuelles, constituent des végétaux complets, dans lesquels la *force vitale végétative* ne disparaît pas pour être suspendue pendant un temps plus ou moins long. Réservoirs des provisions nécessaires à la tige future, à sa granification, ces racines sont munies de radicelles apparentes ou à l'état rudimentaire, qui se développeront dans les circonstances favorables. La partie du collet renferme les tiges à l'état de *gemmes*; ces tiges n'attendent, pour sortir de l'obscurité et se livrer à toutes les fonctions de la vie, que la cessation de l'engourdissement momentané où est placé l'agrégat dont elles dépendent : elles attendent le retour, la *résurrection du mouvement vital*. Ce mouvement propre à l'organisme ne peut être excité que par la *chaleur humide;* il s'arrête, pour la betterave, vers 8° au-dessus de zéro, et de là au point de congélation il reste suspendu, engourdi dans une véritable léthargie.

Prenez, en plein hiver, une betterave munie de son collet, et placez-la dans une température moyenne de 12° à 15° au-dessus de zéro; plantez-la, si vous voulez, dans du sable humide, et vous la verrez bientôt *germer,* pousser des feuilles et

des tiges... Au bout d'un temps relativement assez court, la matière sucrée est détruite, transformée en principes nouveaux, et cette modification est d'autant plus profonde et plus rapide que la végétation est plus active. Ces faits, quoique très-voisins de ceux de la fermentation proprement dite, en diffèrent cependant en ce sens que celle-ci peut avoir très-bien lieu, sous l'influence de la chaleur et de l'humidité, sans que, pour cela, il y ait formation de nouveaux organes, végétation ou exercice de l'action vitale végétative, dans l'acception ordinaire de cette expression. Quoique la fermentation, dans son travail de simplification, puisse souvent concourir à la formation de nouveaux organismes moins complexes, elle ne complète jamais l'œuvre créatrice sur un plan primordial : ce rôle est réservé à l'action vitale.

Ainsi, pour nous résumer, disons que les principales causes d'altération de la betterave et de son principe sucré sont les suivantes :

1° La fermentation, présentant les phases alcoolique, acide, visqueuse, putride, selon les cas, déterminée par l'accès de la chaleur humide, au-dessus de 8°, et, en outre, le plus souvent, par des lésions ou blessures matérielles.

2° Le dégel et ses conséquences.

3° L'action vitale germinative, mettant en mouvement la vie fonctionnelle de la betterave, et formant de nouveaux organes aux dépens du sucre transformé, pour parvenir à compléter les phases de son existence (*floraison*, *fructification*, *reproduction*).

Les seuls moyens susceptibles de procurer une bonne conservation de la betterave sont :

1° Suppression de l'humidité et de l'eau de végétation par la *dessiccation*.

2° Destruction de la force vitale par la *congélation* permanente.

3° Maintien de la betterave à une température moyenne de 0° à + 6° ou + 7°, en écartant l'humidité extérieure. Ce dernier moyen, plus pratique, quant à présent, que les deux précédents, n'offre qu'une certitude relative.

1° *Dessiccation.* — *Méthode des cossettes.* — On a conseillé de soumettre la betterave à la dessiccation, après l'avoir réduite en fragments ou cossettes à l'aide du coupe-racines... Il suf-

firait ensuite de faire macérer les cossettes dans l'eau ou l'alcool faible pour leur enlever le sucre.

Cette méthode garantirait la parfaite conservation des betteraves et leur transport à de grandes distances ; elle permettrait de travailler toute l'année, et supprimerait ainsi cette situation anormale de la sucrerie, dans laquelle un travail forcé de quatre mois est suivi d'un chômage forcé de huit mois. De tels avantages sont à considérer, sans doute, mais ils sont balancés par un inconvénient notable.

La dessiccation préalable des cossettes constitue une dépense de combustible assez considérable, puisqu'elle nécessite une double évaporation, celle de l'eau de végétation des cossettes, et, ensuite, celle du liquide de macération chargé de sucre. Cette objection n'aurait qu'une valeur secondaire, si l'impôt énorme perçu par le gouvernement (en France) n'obligeait le fabricant à la prudence la plus minutieuse; mais dans l'état actuel des choses, le procédé de la conservation des betteraves à l'état de cossettes est à peu près impraticable.

On a dit que, dans le Midi, où la chaleur solaire suffirait à la dessiccation des cossettes, ce procédé offrirait d'excellents résultats. Cela est possible, sans doute ; mais la seule réponse à faire à cette hypothèse à peu près gratuite, c'est que la fabrication sucrière indigène est localisée dans le Nord, ce qui ôte à cette idée tout ce qu'elle pourrait présenter de spécieux.

Nous examinerons, au surplus, sous le nom de *procédé Schutzembach*, le mode d'extraction à suivre pour retirer le sucre des cossettes, et nous verrons quels peuvent être les bons et les mauvais côtés de cette méthode.

2° *Congélation.* — Les betteraves, placées dans une sorte de glacière, dont la température serait toujours inférieure à 4° ou 5° au-dessous de zéro, se conserveraient indéfiniment et pourraient être extraites au fur et à mesure de la fabrication.

3° *Moyens ordinaires. — Mise en tas. — Conservation en magasins, hangars ou celliers, caves. — Ensilage.* — Nous avons vu que Chaptal indique la *mise en tas* comme pratiquée de son temps pour la conservation des betteraves. On pratique encore aujourd'hui cette méthode avec avantage. On dispose les betteraves en carré, en carré long, etc., sur le sol, sans prendre la peine de creuser aucun fossé. La seule précaution que l'on

prend consiste à élever une bordure sur les parois du tas, avec des betteraves assez longues, placées horizontalement, la tête en dehors : on remplit l'espace intermédiaire de racines amoncelées pêle-mêle. Les tas peuvent être faits en dos d'âne, ou élevés perpendiculairement jusqu'à une certaine hauteur ; on les termine au sommet en forme de toit. Il est bon de placer dans ces tas, à 4 ou 5 mètres de distance, des cheminées d'aérage en planches, ou même de simples fascines, plongeant au fond et s'élevant au-dessus du tas. Cette précaution s'oppose, par l'accès de l'air, à un développement de chaleur qui pourrait déterminer ou favoriser la fermentation.

Quelques fabricants disposent leurs betteraves en tas considérables, de 18 à 20 mètres de côté sur 2 mètres ou 2m,50 de hauteur. Dans ce cas, il convient d'incliner les côtés pour les revêtir de terre battue dans les gelées. On recouvre le sommet du tas avec une couche de paille, épaisse de 15 à 20 centimètres.

Nous avouons que nous ne sommes pas porté à louer cette méthode ; les tas trop considérables laissent dans l'incertitude sur ce qui se passe à l'intérieur, et il est plus difficile de remédier aux accidents. La mise en tas de volume moyen est avantageuse pour les betteraves destinées à être travaillées les premières, avant les gelées, parce qu'elle économise une partie des frais de couverture. Mais il importe de se tenir en garde contre les froids subits et inattendus.

La conservation en *magasins, hangars,* ou *celliers* et *caves*, n'est pas chose nouvelle, et, sauf l'inconvénient qui s'attache à la nécessité d'avoir de grands emplacements, c'est le meilleur mode que l'on puisse adopter ; Chaptal le tenait en grande estime.

Ce procédé n'est pas une invention de M. Schattenmann, ainsi que l'a écrit M. Payen, mais on ne doit pas moins savoir gré à ceux qui rappellent et préconisent les bonnes choses qu'on est si porté à mettre en oubli.

Quant à l'interposition du poussier de charbon, c'est un excellent moyen vanté à juste raison par Th. de Saussure, et postérieurement par M. Stenhouse, et par nous-même, dans notre livre sur la *Fermentation*, auquel nous renvoyons le lecteur pour l'ensemble des principes et des détails qui doivent guider dans la pratique de la conservation des matières végé-

tales. Nous en extrayons le passage suivant, relatif à la conservation des pommes de terre, mais que l'on peut appliquer entièrement à celle des betteraves :

« Voici l'ensemble des soins que nous avons fait prendre sous nos yeux pour assurer la conservation de notre récolte de pommes de terre en 1847, lorsque la maladie sévissait d'une manière désastreuse dans toute la contrée que nous habitions. Lorsque les tubercules eurent été bien triés de ceux qui étaient pourris, malades ou divisés par l'instrument, après qu'on les eut laissés pendant quelques heures au soleil pour que le desséchement de la surface fût bien complet, on les rapporta au cellier dont la température était constante, dans les plus grands froids, à $+6^0$. On leur avait préparé une case entourée de planches, capable d'en contenir 60 hectolitres environ, le reste de la récolte devant être simplement amoncelé dans un des coins du cellier, comme cela se pratiquait d'habitude.

« Le fond de la case était garni d'une couche épaisse de *fraisil* ou poussière de charbon de bois provenant des *charbonnages* des forêts voisines, et au fur et à mesure qu'on avait vidé et étendu deux ou trois sacs de pommes de terre, un ouvrier jetait par-dessus, à la pelle, une nouvelle couche de ce fraisil bien sec, et ainsi de suite jusqu'à ce que la case fût pleine. On jeta alors sur le tas le reste du fraisil. A la fin de l'hiver, pas une seule de ces pommes de terre n'était gâtée ; les germes étaient à peine développés, tandis que les autres avaient présenté un sixième environ de tubercules pourris, et qu'on fut obligé de les trier deux fois, tant pour se débarrasser de celles qui étaient pourries que pour extraire les pousses qu'elles avaient produites. »

Ajoutons qu'une bonne précaution consiste à placer, de distance en distance, des claies ou fascines qui divisent la masse et établissent la circulation de l'air. On ferme les soupiraux et les ouvertures pendant les froids.

L'*ensilage* des betteraves se pratique de la manière suivante :

A la partie la plus élevée d'un champ, inaccessible aux eaux provenant des pentes voisines, on creuse des fossés de $1^m,50$ de largeur sur 1 mètre environ de profondeur, et une longueur arbitraire. Le fond, dans le sens de la longueur, est occupé par une rigole, de la dimension d'un fer de bêche, destinée à

l'aération du silo et à l'écoulement des eaux. La rigole est recouverte par des betteraves longues placées en travers, puis on comble le fossé avec les racines, en élevant la masse au-dessus du sol en forme de toit incliné à 45^{0} environ, et dont le sommet est élevé de $0_{m},50$ à $0^{m},60$ au-dessus du niveau du champ. On recouvre la surface des plans inclinés avec une couche de la terre extraite du fossé, que l'on bat fortement à la pelle. Cette sorte de couverture doit avoir au moins 25 centimètres d'épaisseur, afin de s'opposer à l'accès du froid.

On facilite l'aération de la masse en faisant descendre à chaque extrémité, sur la rigole du fond, une sorte de cheminée en clayonnage ou autre matière, dont on bouche l'orifice avec de la paille et de la terre, dans les grands froids.

Voici, du reste, les observations présentées sur quelques modes de conservation des betteraves, par la Société industrielle de Hanovre, après l'indication du procédé de conservation en cave :

« Un procédé aussi bon, et même préférable, consiste à entasser les betteraves en plein air et à les couvrir ensuite de paille et de terre. La cave est alors réservée pour celles qu'on veut immédiatement employer. Il est bon que les tas ne soient pas trop gros, afin qu'on puisse, en hiver, par un temps doux, les rentrer successivement à mesure qu'on en a besoin. Les betteraves se conservent ainsi jusqu'au mois de mai, sans rien perdre de leur qualité comme fourrage. Ces tas se font de deux manières différentes, que nous décrirons chacune en particulier, après avoir indiqué ce qui concerne en même temps l'une et l'autre.

« *Indications générales.* — On choisit, dans un jardin ou dans un champ, mais à peu de distance de la maison, un terrain sec, un peu élevé et abrité, autant que possible, du côté de l'est et du nord. On creuse la surface de 6 à 12 pouces de profondeur, on la bat et on la couvre d'un peu de paille.

« *Dos d'âne.* — On entasse les betteraves avec soin, en forme de dos d'âne, sur une longueur quelconque, une hauteur de 3 à 4 pieds et une largeur de 4 à 6, de manière que les bouts, et non les côtés, soient exposés aux vents froids. On tourne ordinairement les racines en dehors; cependant quelques-uns croient qu'il vaut mieux les tourner en dedans. Ensuite on étend sur le tas une couche de 4 à 6 pouces de paille, qu'on

fait descendre jusque dans le fossé, pour que la terre qu'on doit mettre par-dessus ne touche pas immédiatement les betteraves, et en même temps afin de les garantir des fortes gelées. On fera bien d'employer à cet usage de la paille qui ait été quelque temps devant les moutons, pour qu'elle n'attire pas les souris. On recouvre le tout, en commençant par le bas, de 6 à 12 pouces de terre, en la foulant et en la battant par couches, afin de la rendre imperméable à l'air. Pour que cette couverture soit plus solide, on peut la battre de nouveau après une pluie. Il est bon de ne la monter d'abord qu'à 1 pied de hauteur, afin que les betteraves aient le temps de se débarrasser, par l'évaporation, d'une grande partie des principes qui les rendent si sujettes à s'échauffer. On peut l'achever au bout de deux à trois semaines, en laissant de 3 en 3 pieds, sur la longueur, des ouvertures que l'on bouche avec de la paille et que l'on couvre de fumier long aussitôt qu'on voit commencer les fortes gelées.

« *Cônes.* — On choisit un espace circulaire d'environ 12 pieds de diamètre. On enfonce au milieu, mais de manière à pouvoir l'arracher sans peine, un pieu de 7 pieds, autour duquel on entasse les betteraves, en rétrécissant les couches à mesure que l'on monte ; de sorte que le tas présente enfin la forme d'un cône dont le pieu dépasse un peu le sommet, et qui contient environ 100 quintaux de betteraves. On le couvre ensuite de la manière indiquée ci-dessus, on enlève le pieu avec précaution et l'on bouche l'ouverture avec un tampon de paille qui puisse garantir les betteraves de la gelée, sans empêcher l'évaporation.

« Tant que le froid ne dépasse pas — 10° Réaumur, les betteraves ainsi entassées n'ont rien à craindre ; mais si les gelées deviennent plus fortes, qu'il n'y ait pas de neige et que le vent du nord ou de l'est souffle avec violence, il est bon de les couvrir d'une couche mince de fumier long et d'en mettre même un peu plus à l'est et au nord, surtout vers le pied. Il faut enlever ce fumier aussitôt que le dégel commence.

« Si la conservation des betteraves est une chose importante dans tous les cas, elle l'est à plus forte raison pour celles qu'on destine à la fabrication du sucre. Il serait trop long de décrire ici les différentes méthodes qu'on a essayées ou qu'on pratique encore, en France et en Bohême, dans le but de garder

le plus longtemps possible sans altération les betteraves dont on veut extraire la matière saccharine.

« Nous ne croyons cependant pas devoir passer sous silence un perfectionnement que l'on a apporté, depuis peu d'années, aux procédés employés en Bohême pour conserver les betteraves hors des maisons, en longs tas de 5 pieds de largeur et de 3 à 4 pieds de hauteur : il consiste en ce que le tas est traversé, dans toute sa longueur, par un tuyau en planches posé sur le sol et coupé de 2 en 2 ou de 3 en 3 toises par de plus courts. Ces tuyaux ont, en dehors du tas, chacun deux orifices en forme de toit qui dépassent la couverture, et qu'il est facile de boucher hermétiquement au besoin. A chacun des points où les tuyaux horizontaux se rencontrent est placé un tuyau perpendiculaire fait avec de fortes verges d'osier, sortant par le haut, et dont l'ouverture, large d'environ 6 pouces, peut être fermée comme celle des premiers.

« Ces espèces de soupiraux offrent le moyen d'introduire des thermomètres dans l'intérieur des tas, pour en observer la température, et de la maintenir toujours au même degré en les ouvrant ou en les fermant à propos.

« Outre ces avantages, le procédé que nous venons de décrire devait permettre de couvrir les betteraves immédiatement après la récolte, sans que l'évaporation pût leur nuire, lors même qu'il y aurait de fortes chaleurs à la fin de l'automne, puisqu'on peut boucher les orifices pendant le jour et les ouvrir pendant la nuit. On se promettait même de pouvoir entasser sans inconvénients des betteraves humides et les faire sécher en établissant des courants d'air.

« Nous ne savons pas encore si l'on a obtenu de cette méthode les succès qu'on espérait. Du reste, il faut employer le plus tôt possible les betteraves destinées à la fabrication du sucre, et l'on ne pourrait les garder au delà du mois de mars sans avoir à craindre l'altération de la matière saccharine. »

Nous bornons ici ce paragraphe déjà fort étendu relatif à la betterave, dont nous avons dû étudier la culture d'une manière spéciale, à raison de son importance industrielle : nous renvoyons à un prochain paragraphe les questions secondaires qui se rattachent à la place qu'elle doit occuper dans un bon assolement, etc., et à son rendement.

CAROTTE. — PANAIS.

Tout le monde connaît assez ces deux plantes pour que nous soyons dispensé d'en donner la description. On devra préférer les variétés rustiques, longues ou demi-longues, leur rendement étant plus considérable. La *carotte blanche à collet vert,* ou *carotte à vaches,* convient très-bien pour la culture industrielle.

Les soins agricoles à donner sont les mêmes pour la carotte et le panais, et ces deux racines se conservent mieux et plus longtemps que la betterave par l'emploi des mêmes moyens.

La carotte et le panais ne donnent leur graine que la seconde année; on choisit, pour porte-graines, les racines les plus belles, dont la densité relative est la plus considérable, et, après avoir coupé les feuilles et rafraîchi les radicelles, on les plante au printemps, en bonne terre et à bonne exposition. Les plants doivent être placés en lignes distancées de 30 centimètres et espacés à 15 ou 20 centimètres les uns des autres. Les ombelles sont coupées au fur et à mesure de leur maturité, et on les fait bien sécher à l'air avant d'en détacher la graine.

Quoique la graine de carotte se conserve trois ans au moins avec ses propriétés germinatives, on sèmera celle de deux ans par préférence, l'expérience ayant démontré que la graine d'un an est plus sujette à monter; celle de trois ans donne des *manques.*

La carotte et le panais se sèment vers le mois d'avril, et quelquefois plus tôt; on se guide, pour l'époque de l'ensemencement, sur la fin des gelées. Ces racines demandent une terre meuble, profonde et substantielle; elles s'accommodent des sols argilo-sablonneux, des prairies rompues et des terrains défrichés, et donnent de bons résultats en sols de seconde qualité. Elles exigent des labours profonds, et sous ce rapport elles sont améliorantes; elles ameublissent et nettoient le sol d'une manière parfaite.

Le terrain est préparé par un défoncement à 25 ou 30 centimètres, suivi de deux ou trois hersages à la herse de fer. On sème ensuite à la volée ou mieux en lignes. Il suffit de 6 à 7 kilogrammes de graine par hectare.

Lorsque les plantes ont poussé leur troisième feuille, il est nécessaire de les sarcler et de les biner à la main, pour détruire les mauvaises herbes et éclaircir le plant; cette opération, qui est facilitée par la culture en lignes, est la seule qu'exigent les carottes et les panais pendant leur croissance. Il est bon d'observer cependant que leur plus grand ennemi est la sécheresse, et que l'on doit faire attention de les placer en terrain conservant son humidité, si l'on n'a pas la facilité de leur procurer de l'eau par arrosement ou irrigation.

La récolte se fait en septembre et en octobre, lorsque les feuilles commencent à se faner. Quelques jours avant l'arrachage, on enlève les feuilles, qui sont une excellente nourriture pour le bétail. Les racines extraites du sol sont exposées à l'air pendant un jour ou deux, pour les faire *hâler* et ressuyer, puis on les serre en silos, en tas ou sous hangars.

Le produit de 1 hectare de carottes varie de 25,000 à 50,000 kilogrammes; les panais produisent un tiers de moins ordinairement.

On peut donc évaluer la récolte moyenne de 1 hectare de carottes à 35,000 kilogrammes, représentant, à 15 pour 100 de matière sèche, 5,250 kilogrammes, qui peuvent fournir de 14 à 20 pour 100 de sucre brut, soit 735 à 1,050 kilogrammes. Ce chiffre, inférieur à celui de la betterave, n'est cependant pas à dédaigner, la carotte pouvant réussir aisément dans des sols impropres à la culture de la betterave, et donner souvent un produit bien plus considérable que celui que nous indiquons ici.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Conditions agricoles à réaliser pour la production du sucre cristallisable ou prismatique. — Nous venons d'examiner les divers modes de culture applicables aux plantes saccharifères, mais nous n'avons pas cherché à établir les conditions spéciales dans lesquelles un fabricant doit se placer, au point de vue cultural, pour obtenir un maximum donné de sucre cristallisable.

Ces conditions reposent sur le choix du sol, sa préparation, les soins de culture et les engrais qui y sont applicables, l'époque de la récolte et les soins de conservation. Nous les étu-

dions rapidement, au risque de commettre quelques répétitions.

Choix du sol destiné aux plantes saccharifères. — Il convient, autant que possible, d'éviter les sols à peu près exclusivement *argileux, calcaires* ou *sablonneux,* dans lesquels l'un des éléments de la terre arable, argile, carbonate de chaux ou silice, domine *trop* aux dépens des autres.

Les sols argilo-sablonneux, avec une faible proportion de calcaire, sont bons pour toutes les plantes saccharines; les terrains argilo-calcaires viennent ensuite, puis les terres sablo-calcaires.

Si l'on a le choix du sol, la terre *franche,* riche en humus et en débris végétaux, est la meilleure de toutes.

A quantité égale d'humus, les sols présentent de notables différences dans leurs produits : les terres argileuses donnent des rendements plus abondants, mais plus aqueux, moins riches en sucre et contenant plus de sels alcalins; les terres sablonneuses donnent des plantes moins vigoureuses, mais plus sucrées; les terres calcaires tiennent le milieu entre les précédentes.

Les sols nouvellement défrichés ne conviennent à aucune plante saccharine; les végétaux y croissent magnifiquement, il est vrai, mais ils sont pauvres en matière sucrée cristallisable, et le sucre liquide domine dans leurs tissus.

Les terres franches, les alluvions humifères, les sols où le sable domine sur le calcaire, mais où l'argile approche des proportions normales, sont des terrains favorables aux plantes à sucre.

Il convient de remarquer que, par des amendements judicieux, on peut amener plus de la moitié des terres arables à recevoir avantageusement des plantes saccharines.

Préparation des terres, culture. — Deux labours de préparation, suivis chacun d'un hersage, un troisième labour avant la semaille ou la plantation, un sarclage lorsque la plante se distingue aisément des mauvaises herbes, deux ou trois binages pendant la croissance, tels sont les principaux soins exigés par les plantes saccharines.

Elles requièrent toutes la plus grande propreté et des soins d'entretien minutieux plutôt que négligés : la récolte paye largement ce qu'on fait pour la terre, et il ne faut pas être avare

de son travail, surtout dans la culture des plantes saccharifères, qui demandent l'aération du sol et craignent le voisinage des mauvaises herbes. Celles de la famille des graminées aiment l'humidité; mais quand on leur en donne trop, elles produisent du sucre liquide aux dépens du sucre prismatique.

Observations sur les engrais applicables aux plantes saccharines. — Nous voici arrivé au grand cheval de bataille de la science agricole moderne, à cet objet des discussions interminables des sociétés savantes, épouvantail des cultivateurs qui se laissent entraîner aux rêveries. Nous défions un homme de travail consciencieux d'aborber une question agricole sans qu'il éprouve un profond découragement en arrivant au chapitre *engrais,* tant il est certain d'éveiller de farouches susceptibilités. Il se trouve, en effet, placé entre le fumier de ferme, les terreaux, les humus et détritus naturels, d'une part, et de l'autre, il voit s'élever devant lui le noir animal, la poudrette, le guano naturel ou factice, le sang concrété, l'urine desséchée, le tout dosé à tant pour 100 d'azote. Puis viennent les innombrables engrais minéraux, les résidus des fabriques de gaz et autres, les phosphates, les nitrates, etc. C'est à effrayer le courage le plus robuste, et il est souvent difficile de démêler la vérité réelle au milieu de tout ce dont on la couvre, le plus souvent à dessein [1].

Nous allons chercher cependant à mettre sous les yeux du lecteur les véritables règles qu'il lui importe de suivre dans la pratique si importante de l'engrais du sol destiné aux plantes sucrières.

Données théoriques basées sur la science actuelle. — 1° Il ne peut entrer dans l'esprit de personne de vouloir fabriquer un composé donné avec d'autres éléments que les siens... Ainsi, le chimiste qui voudra faire du sulfate de soude se servira d'acide sulfurique et de soude, mais non d'acide sulfurique et de zinc, etc. De même, le cultivateur qui veut créer du sucre devra fournir au sol les éléments du sucre, et non d'autres.

2° La seule exception qui pourrait avoir lieu se trouverait dans le cas où une matière étrangère pourrait jouer le rôle

[1] Voir *Chimie de la Ferme;* Paris, 1858.

d'excitant et favoriser la végétation et l'union des principes réels du sucre.

3° A plus forte raison ne doit-on jamais employer, pour produire une substance donnée, des éléments ou des engrais qui puissent nuire à cette substance, la décomposer ou en empêcher l'extraction.

Ceci posé en principe, recherchons quelle peut être l'application technique à l'engrais du sol destiné aux plantes saccharifères.

4° Le sucre est formé de CARBONE et d'EAU... il n'entre pas d'AZOTE dans sa composition.

5° Le sucre ne peut se former à l'état cristallisable en présence de certaines combinaisons salines ; d'autres, facilement absorbées par la plante, détruisent le sucre lors de l'extraction du jus, le décomposent facilement ou forment avec lui des combinaisons incristallisables, qui causent la ruine du fabricant. Ceci est d'autant plus vrai que, plus un jus ou vesou est abondant en sels, plus la cristallisation est difficile, quelquefois impossible, par suite des difficultés de la défécation, soit, de l'élimination de ces matières salines.

Les conséquences de ces données sont faciles à saisir.

6° Tout engrais essentiellement composé de carbone, c'est-à-dire de l'élément nécessaire du sucre et des corps hydrocarbonés, sera favorable aux plantes à sucre, à fécule, etc. Ainsi, les plantes décomposées, le terreau, l'humus, la tourbe désacidifiée, les limons et tous les engrais végétaux, sont ceux qui doivent, *à priori*, convenir le mieux à ces plantes et favoriser la formation du sucre.

7° Tout engrais essentiellement azoté devra être rejeté de la pratique.

8° On ne devra faire exception à cette règle qu'en faveur de certains engrais excitants, dont la culture aura pu reconnaître l'avantage, *à une dose expérimentale*.

9° Lorsqu'on sera forcé d'employer des engrais mixtes azotés, il conviendra de placer d'abord une plante non sucrière sur la fumure fraîche, afin d'en épuiser, par une première récolte, le principe azoté ou ammoniacal. Dans ce cas, la plante saccharifère ne doit venir qu'en deuxième année, ou sur vieille fumure.

10° Dans aucun cas, les sels minéraux à base de potasse ou

de soude, les nitrates, les sulfates et les phosphates solubles ne doivent être employés pour la culture immédiate des plantes à sucre.

Voyons maintenant si la pratique agricole et manufacturière vient donner raison à ces conclusions théoriques.

Observations pratiques sur l'engrais des plantes à sucre.—Nous bornerons ces observations à la *canne à sucre*, à la *betterave* et au *sorgho*.

Canne à sucre. — Dans les pays où l'on cultive la canne, les débris de la canne elle-même, les *pailles*, les plantes enfouies *en vert*, sont regardés comme la fumure par excellence de la canne. Ceci est tellement exact qu'à la Louisiane, par exemple, on alterne, la plupart du temps, la culture de la canne avec celle d'une légumineuse dont la paille sert d'engrais après la récolte des *fèves* qu'elle produit.

Aucun planteur intelligent et observateur ne s'est bien trouvé des engrais azotés, employés à *dose de fumure*, et c'est tout au plus s'ils ont pu l'être à *dose excitante*. Un de nos savants professeurs se trompe évidemment et n'a pas tenu compte des faits pratiques, lorsqu'il semble *insinuer* le contraire dans un passage que nous empruntons à son livre.

« Cette plante exige une terre meuble, riche, ou des engrais en quantité suffisante, et *exempte de sels minéraux*, qui augmenteraient la proportion de mélasse dans les produits du traitement du jus. »

Prenons, en passant, bonne note de cette opinion, quant aux sels, et poursuivons notre citation.

« Mais les engrais manquent généralement dans les pays où l'on cultive la canne ; aussi s'est-on décidé, *depuis la propagation des théories françaises sur les engrais*, à faire venir d'Europe des engrais riches en matières animales, tels que le sang desséché, la *chair musculaire*, la laine en poudre et le *noir animalisé*. »

Un esprit impartial, complétement étranger aux théories *dites* françaises, qui ne serait pour rien dans l'invention du *noir animalisé*, pourrait s'arrêter ici et demander comment la culture de la canne se faisait avant cette propagation des théories azotées, et avant la création des fabriques de noir animalisé. Il pourrait demander comment l'Amérique nous réclame de la chair musculaire comme engrais, lorsque nous la lui de-

mandons pour notre propre alimentation. Nous préférons continuer à extraire ces quelques lignes instructives, dont le lecteur tirera lui-même les conséquences.

« On emploie à cet usage, *depuis la même époque,* des morues détériorées et divers débris de poissons, que l'on divise entre des cylindres, et que l'on enterre au pied des touffes de cannes.

« L'application du sang, dans les colonies, a donné lieu à un singulier accident : les rats, trouvant au pied des cannes un aliment de leur goût, sont venus l'y chercher au détriment des plantes que non-seulement ils privaient de leur engrais, mais dont ils détérioraient les racines. On a pu éviter cet inconvénient en mélangeant le sang avec du poussier de charbon et de la suie. *On emploie environ* 300 *ou* 400 *kilogrammes de cet engrais par hectare.* »

On conviendra que pour un sol qui produit *au moins* 50,000 kilogrammes de récolte fraîche, *représentant au moins* 14,000 *kilogrammes de matière sèche*, les 300 ou 400 kilogrammes d'engrais factice sont au plus une *dose excitante ;* mais cela ne suffit pas à la vérité. Il est exact que bien des planteurs se sont laissé entraîner au courant des fatales idées dont parle l'auteur à qui nous empruntons ces lignes ; mais, *depuis cette funeste époque*, il n'en est pas qui n'aient eu à regretter cet entraînement, et plusieurs nous ont avoué qu'ils se regardaient comme parfaitement guéris des théories.

En effet, ces pratiques n'ont rien produit que de désavantageux.

Dans un autre ouvrage plus récent, le même écrivain convient qu'on *doit* donner au sol producteur de cannes *tous les détritus ainsi que les cendres des parties non utilisées de la plante,* et y ajouter des déjections et débris d'animaux... Suit la répétition textuelle du passage cité plus haut. Nous trouverons tout à l'heure des contradictions plus évidentes du professeur-agronome, à propos de la betterave ; mais nous devons, quant à présent, faire remarquer que les fumiers proprement dits, ou fumiers mixtes, n'agissent guère sur la canne que dans la première période de sa croissance, pour leur portion azotée... La canne n'arrive à sa période sucrière que lorsque ces fumiers ont perdu toutes leurs parties animalisées ; il ne reste plus alors que les détritus végétaux ayant servi de litière, en sorte qu'on

ne peut rien inférer de sérieux de l'usage des fumiers, quant à leur action sur le sucre de la canne.

Nous pourrions multiplier les raisons et les preuves; nous préférons nous en rapporter au dire de planteurs sérieux, et poser en principe que la canne redoute les engrais azotés employés en proportion de fumure, que le fumier de ferme ordinaire, ou fumier mixte, ne lui est pas défavorable, parce qu'il n'agit pas sur le sucre, ses parties ammoniacales ayant depuis longtemps disparu lorsque la plante entre dans l'époque de sa production saccharine; enfin, que les engrais les plus utiles à la canne sont les débris végétaux, et notamment ceux de la plante elle-même.

Ici, nous ne craignons pas de contradictions de la part des hommes de pratique, et nous avouons nous soucier assez peu de celles des théoriciens.

Betterave.— Les faits relatifs à cette plante ne souffrent plus aujourd'hui de discussion, à l'égard du point qui nous occupe. Bien que l'illustre Chaptal ne partage pas l'opinion opposée à l'emploi de la fumure nouvelle pour la betterave, il n'est pas moins hors de doute que déjà il reconnaissait l'avantage des petites racines sur les grosses.

« Dans un temps où la culture de la betterave était moins bien connue, dit-il, on a cru que le fumier rendait cette racine bien moins riche en sucre et la disposait à produire du salpêtre; je n'ai rien observé de tout cela, et n'ai aperçu, entre les betteraves fumées et celles qui ne le sont pas, que la différence de grosseur. Ce qui a pu établir l'opinion que je combats, c'est que *le suc est plus concentré dans les petites, et fournit par conséquent plus de sucre sous le même volume.* »

Déjà, plus haut, cette opinion en faveur des petites betteraves a été établie de la manière la plus nette :

« La valeur des betteraves ne peut pas être calculée d'après la grosseur et le poids : les grosses racines, qui pèsent souvent de 10 à 20 livres (de 5 à 10 kilogrammes), contiennent beaucoup d'eau; leur suc marque à peine de 5° à 6° au pèse-liqueurs, tandis que celui des betteraves qui pèsent moins d'une livre (500 grammes) marque de 8° à 10°; ainsi, le suc de ces dernières contient deux fois plus de sucre sous le même volume, et l'extraction en est plus facile et moins coûteuse, attendu que l'évaporation exige beaucoup moins de temps et de combustible.

D'après cela je préfère, pour ma fabrique, les betteraves du poids de 1 à 2 livres (de 500 grammes à 1 kilogramme), quoique le terrain qui les fournit n'en donne pas plus de vingt-cinq à trente milliers à l'hectare. »

Ce passage montre clairement que Chaptal donnait la préférence aux petites betteraves sur les grosses, ce qui implique la nécessité d'éviter la fumure nouvelle, qui tend à les faire grossir considérablement, aux dépens de la production saccharine, comme nous le verrons tout à l'heure.

Les auteurs du *Dictionnaire d'agriculture pratique* partageaient cette idée, lorsqu'ils s'exprimaient en ces termes, au sujet de la fumure du sol destiné à la betterave :

« *Le sol ne doit être fumé que l'année qui précède sa culture,* ou, si on la sème sur l'engrais, on n'y doit employer que du fumier bien consommé. Dans ce dernier cas, la racine de la plante acquerra *plus de volume,* mais ce sera *aux dépens de la matière sucrée ;* elle sera même sujette à contracter un goût de fumier ; elle se conservera moins bien et donnera plus de déchet en laissant évaporer une plus grande quantité d'eau. »

Malgré les plus vives sympathies pour les théories azotées et le noir animalisé, le professeur dont nous parlions tout à l'heure, à propos de la canne à sucre, revient à d'autres idées à propos de la betterave. Les lignes suivantes n'ont pas besoin de commentaire :

« On a constaté l'influence défavorable des engrais trop abondants ou trop actifs sur la sécrétion du sucre dans les betteraves...; il serait utile de favoriser la sécrétion sucrée en appliquant la fumure à la culture qui, dans l'assolement, devrait précéder la betterave ; telle est la méthode employée avec un grand succès en Prusse, pour accroître la richesse saccharine des betteraves... Les inconvénients d'un excès de *substances azotées et salines* dans le sol... rendent très-difficile l'extraction du sucre... »

Ceci est clair et précis, et la critique n'a plus rien à demander à une opinion aussi nettement formulée. La fumure nouvelle, les engrais azotés et salins nuisent au sucre ; voilà la théorie d'accord avec la pratique.

Quant à notre opinion personnelle, nous l'avons déjà précédemment émise, et nous terminons ces observations par l'extrait suivant du journal *l'Agriculture progressive* (janvier 1859).

« Chacun sait qu'il n'est pas indifférent d'adopter telle ou telle variété de betteraves, soit comme plante fourragère, soit comme matière première de la fabrication du sucre ou de l'alcool. Certaines variétés sont, en effet, notablement plus riches en sucre, d'autres en matières azotées ; les unes produisent peu, tandis que d'autres donnent une lourde récolte.—La Société centrale d'agriculture de Belgique, si bien placée pour obtenir de bons renseignements, vient de faire une *enquête sur la valeur relative de diverses variétés de betteraves.* Il semble résulter du dépouillement des réponses faites par un assez grand nombre de praticiens que les betteraves blanches, à collet vert ou rose, ou leurs hybrides, sont les plus avantageuses. Il y a bien des variétés à jus plus dense, mais le produit par hectare est moindre. En résumé, le produit de la *densité* d'une variété de betterave par son *rendement* à l'hectare donne un nombre qui représente le *produit argent :* il varie ici entre 200,000 et 280,000 (densité belge indiquant à très-peu près le rendement en sucre). La supériorité de la variété la plus favorable sur la plus mauvaise est donc d'environ les quatre dixièmes du *vrai produit* de cette dernière.

« En divisant par 100 les nombres précédents, on a le produit en sucre d'un hectare de betteraves. Nous adoptons le *produit du rendement des betteraves par leur densité*, comme mesure de leur valeur. Car si l'on recherche seulement la densité, on arrive bien à obtenir des variétés de betteraves très-riches, mais elles sont en général d'autant moins productives qu'elles sont plus denses. Il y a donc là un maximum de densité et de produit combinés à atteindre. Il est vrai que l'on peut se demander si les variétés très-denses ne produiraient pas par hectare autant que les betteraves pauvres, si l'on fournissait une dose suffisante d'engrais. Là encore se présente un maximum. Bien que les racines supportent d'énormes quantités de fumier, leur qualité sucrière diminue en proportion du fort rendement, au point qu'en Saxe, où l'impôt est payé par *poids de betteraves*, les cultivateurs et les sucriers n'adoptent que des variétés de betteraves très-riches, peu productives, et arrivent même à ne les fumer que très-peu. On a cherché à remplacer le *fumier de ferme*, qui, à forte dose, donne de grosses racines peu sucrées, par le guano, et l'on a réussi : le guano donne des racines sucrées. En Saxe, les sucriers font leurs betteraves

sur un blé fumé, ou mieux sur les pavots fumés, et donnent à la sole de *betteraves* de 300 à 400 kilogrammes de guano et s'en trouvent bien : le guano a, de plus, l'avantage d'éloigner les insectes. »

Nous pouvons donc résumer les conséquences pratiques suivantes pour la fumure de la betterave : jamais d'engrais de même année ou de fumure nouvelle, pas d'engrais trop azotés ou salins, emploi d'engrais végétaux autant que possible, et, dans certaines circonstances, emploi d'un peu de guano à titre d'excitant; encore doit-on être très-circonspect à l'égard de cette drogue infecte, et ne jamais dépasser 200 ou 300 kilogrammes par hectare.

Sorgho. — Tous les hommes de culture qui se sont occupés du sorgho s'accordent à conseiller pour cette plante une vieille fumure, des engrais enfouis en vert, des débris végétaux, et redoutent les engrais ammoniacaux ou azotés. On voit que les plantes sucrières présentent les mêmes besoins, et que si des engrais très-énergiques leur font acquérir un grand développement, ce ne peut être qu'au détriment de la matière sucrée, et surtout du sucre cristallisable qu'elles doivent produire.

Il se présente d'ailleurs ici un raisonnement fort simple que nous appliquons à la betterave prise pour exemple. Tel hectare de terre a fourni, sans fumure immédiate, 40,000 kilogrammes de racines, renfermant 4,000 kilogrammes de sucre réel, dont on retirera aisément 2,000 ou 2,500 kilogrammes par les procédés usuels... L'hectare voisin a produit 75,000 kilogrammes ne contenant que la même quantité de sucre. Admettons que l'on puisse en retirer manufacturièrement le même produit, il n'en restera pas moins acquis et constaté que, dans ce cas, les 2,500 kilogrammes de sucre coûteront beaucoup plus cher au fabricant. Les frais seront augmentés de : 1° la valeur vénale de 35,000 kilogrammes excédants, moins la valeur des pulpes et résidus; 2° le temps, la main-d'œuvre et le combustible employés à travailler *inutilement* 35,000 kilogrammes de plus que dans la première circonstance, etc. On sent où conduisent les fortes récoltes en poids, et les mécomptes qui en résultent fatalement.

Epoque de la récolte. — La récolte des plantes saccharines doit se faire lorsqu'elles ont atteint toute la croissance dont

elles sont susceptibles; mais on ne doit jamais attendre que les plantes aient perdu leur sucre par la granification.

Nous avons vu que la canne *semble* faire exception à cette règle; la question du sorgho mérite d'être revue avec soin, afin de connaître l'époque précise à laquelle cette plante renferme le maximum de sucre prismatique qu'elle peut atteindre.

Quant à la betterave, c'est une grossière erreur de dire que celle qui a porté graine n'a pas perdu son sucre cristallisable; elle doit être récoltée à l'époque de sa première maturité, dont nous avons précédemment indiqué les caractères. On ne peut apporter à cela trop d'attention, et les cultivateurs soigneux ont raison de tordre les tiges de betteraves qui manifestent la tendance à monter en graine dès la première année.

Conservation. — On ne connaît aucun moyen industriel de conserver la canne et le sorgho, sinon en les réduisant en cossettes et les soumettant à la dessiccation. La conservation du sorgho en silos est un fait qui mérite confirmation.

Quant à la betterave, nous nous sommes assez étendu sur les moyens de la conserver, pour n'avoir pas à y revenir.

RENDEMENTS THÉORIQUES ET PRATIQUES.

L'examen de cette importante question est entouré de difficultés de toute nature qui en font la pierre d'achoppement de la sucrerie. Nous n'avons pas la prétention de lever tous les obstacles, mais nous allons tenter de fournir au fabricant sérieux des renseignements suffisants pour le guider dans la pratique.

Les plantes sucrières les plus exploitées sont la *canne à sucre* et la *betterave;* nous y joindrons le *sorgho,* à raison de l'avenir de cette belle plante dans des conditions climatériques favorables, le *maïs*, et la *carotte* que nous regardons comme la plus remarquable succédanée de la betterave en Europe.

Rendement de la canne à sucre. — On peut admettre que la production *moyenne* d'un hectare de cannes est d'environ 75,000 kilogrammes en matière exploitable; mais ce chiffre varie énormément selon les sols, les différences de climat, l'époque de la plantation et celle de la récolte, etc.

Nous savons que la canne renferme de 16 à 20 pour 100 de sucre, soit une moyenne de 18 pour 100 ; il en résulte que le rendement en sucre *devrait* être de 12,000 à 15,000 kilogrammes par hectare, en y comprenant les mélasses. Or, on est fort loin d'atteindre un semblable résultat, et le produit réel en sucre varie de 3 à 7 pour 100 du poids de la canne, c'est-à-dire que dans certaines contrées on ne retire que le *sixième* du sucre de la canne, et qu'ailleurs on en extrait un peu plus du *tiers*. La perte en sucre varie donc de 65 à 85 pour 100 de celui qui pourrait être obtenu par une fabrication convenable.

Que l'on juge après cela de la quantité énorme de matière sucrée laissée dans les bagasses et divers résidus, et que l'on comprenne l'une des raisons qui contribuent à maintenir le sucre à un prix exorbitant au point de vue de l'alimentation publique.

Nous n'avons rien exagéré dans les lignes qui précèdent, et nous tenons à le constater par les opinions de diverses personnes qui ont écrit sur le sucre.

A la Guadeloupe, le rendement moyen de 100 kilogrammes de cannes peut être évalué comme il suit :

Vesou à 10° de densité (moyenne)...	59,60
Bagasse ou résidu................	40,40
	100,00

En rapprochant cette donnée de l'analyse de la canne, il est facile de constater la perte énorme que l'on fait aux colonies par le sucre qui reste dans la bagasse. En effet, si nous considérons la canne à sucre comme formée en moyenne de :

Eau de végétation...	75,60	
Sucre..............	14,10	= 100,00
Ligneux, etc........	10,30	

nous ne devrions avoir que 10k,30 de bagasse, et 89k,70 de vesou, en supposant l'extraction *absolue* de toute l'*eau sucrée* renfermée dans la canne. Les 89k,70 de vesou contiendraient 14k,10 de sucre, tandis qu'en ne retirant que 59k,60 de vesou, on en laisse dans la bagasse 30k,10 correspondant à 4k,73 de sucre, complétement et absolument perdu.

Ainsi, le planteur qui traite 1,000,000 kilogrammes de

cannes perd, de prime abord et en moyenne, par suite des procédés défectueux employés pour l'extraction du jus ou vesou, la quantité effrayante de 47,300 kilogrammes de sucre.

Encore ne faisons-nous pas remarquer un fait important qui consiste en ce que le vesou resté dans la bagasse renferme une proportion bien plus grande de sucre que celui qui en est extrait : sa densité est d'autant plus considérable que l'eau de végétation, non sucrée, s'échappe la première, sous l'empire de la pression exercée par les *rolls* ou cylindres lamineurs.

Selon Raynal, l'*arpent* de Paris produit 979 kilogrammes de *sucre brut,* mélasse non comprise, ce qui donne par hectare 2,874 kilogrammes. Ce rendement, considéré par Bosc comme étant très-voisin de la réalité, conduirait encore à une perte de plus des deux tiers du sucre réel, et il est à peu près égal à 4 1/2 pour 100 du poids de la canne, ce qui est le chiffre accusé par les hommes pratiques de bonne foi. Il faut avouer cependant que ce résultat, bien que très-minime, est encore fort au-dessus de ce qui est *officiellement* constaté de nos jours.

Les recensements coloniaux, faits sur six années de production, avant l'émancipation de 1848, constatent que le *rendement moyen d'un hectare de cannes*, pour toutes les colonies françaises réunies, n'est que de 1,459 kilogrammes de sucre brut, soit la moitié environ du chiffre de Raynal et de Bosc, et moins du SIXIÈME du sucre réel de la canne !

Rendement du sorgho sucré. — D'après M. Sicard, l'hectare de terre, cultivé en sorgho, donnerait les résultats suivants :

31,509 kil. de cannes brutes fournissant : { 1,019 kil. de sucre brut. 82 litres d'eau-de-vie à 35° provenant de la fermentation des résidus.

5,932 kilogrammes de feuilles.
3,078^{kil},40 de graines (47^{hect},36 à 65 kil. l'hectolitre).

On peut retirer en outre comme résidus plus ou moins utilisables :

4,809 kilogrammes de bagasse fermentée.
6,666 kilogrammes de paille à *tresser*.
5,279 kilogrammes de nœuds.

Il est assez difficile de se faire une idée nette du rendement

indiqué par M. Sicard, à raison des divisions qu'il introduit dans le produit ; mais, dans tous les cas, on peut être sûr que le chiffre important, celui du sucre, est loin d'être exagéré.

M. Hétet, de Marseille, donne des chiffres bien inférieurs à ceux que nous signalerons tout à l'heure :

Tiges.............	30,000 kilogrammes.
Feuilles............	8,400
Graines............	7,200

M. Hardy, directeur de la pépinière d'Alger, a trouvé 83,250 kilogrammes de tiges, 20,000 de fourrage et 2,500 de graines seulement. M. L. Wray indique 73,000 kilogrammes de tiges, M. Vilmorin 49,300 kilogrammes, la *Revue coloniale* 70,000 kilogrammes, et l'auteur d'un petit travail sur le sorgho porte son appréciation à 80,000 kilogrammes.

Il y a certes, dans ces chiffres, des différences bien propres à dérouter et à déconcerter les hommes de culture ; aussi recommandons-nous des essais préalables, avant de rien jeter au hasard. La moyenne des données précédentes conduit aux conséquences suivantes :

	kilogr.
Tiges nettes, pour 1 hectare................	59,579,000
Produit en jus, le tiers du poids des tiges....	19,859,000
Sucre (en *théorie*) 11,50 pour 100 du jus.....	2,283,785.

Nous ne donnerons pas plus de détails au sujet du rendement *possible* du sorgho, laissant à la pratique et à l'expérience cette question à décider. En tout cas, la culture, les irrigations, la qualité du sol, la température moyenne de l'année et du climat peuvent avoir sur le chiffre du produit la plus remarquable influence, et ce principe ne doit jamais être perdu de vue.

Le 11 janvier 1854, M. L. Vilmorin présenta à la Société impériale d'agriculture de Paris, « de la part de M. Rantonnet, d'Hyères, département du Var, une panicule et une tige de *holcus saccharatus,* sorgho à sucre, variété à graines noires. Il dit qu'il a fait des essais de culture de cette plante, qui est cultivée en Chine comme plante à sucre, et qui est même désignée sous le nom de *canne à sucre du nord de la Chine*.

« *D'après le premier aperçu,* la plante, dans des conditions moyennes, lui a fourni sur le pied de 30,000 kilogrammes de

jus à l'hectare, chiffre qui *dépasserait* le rendement en jus de la betterave. *Une tige pèse* 450 *grammes et donne* 150 *grammes de jus, contenant de* 10 *à* 13 *pour* 100 *de sucre*. M. Louis Vilmorin a remarqué, en outre, que les mérithalles les plus jeunes contiennent moins de sucre.

« Il a compté, en moyenne, *vingt tiges par mètre carré* dans une culture espacée au degré qui a paru le plus convenable. La plante, ajoute M. Louis Vilmorin, a les plus grands rapports avec le sorgho ordinaire et réussit dans les mêmes conditions.

« Relativement à l'observation concernant le rendement, comparativement moindre, des mérithalles plus jeunes, M. Payen dit que c'est une loi commune signalée dans ses mémoires sur les développements des végétaux, les organismes les plus jeunes contenant plus d'eau et de matières azotées et de moindres proportions des autres principes immédiats non azotés, et qu'il en est de même de la canne à sucre, ainsi que cela résulte des analyses comparées des différentes parties de la tige.

« M. Séguier demande si les feuilles sont bonnes pour les bestiaux.

« M. Louis Vilmorin *suppose* qu'elles feront un bon fourrage. *Un des agents* de culture de la ferme-école de Lespinasse, département de la Vienne, *lui a dit* que les feuilles et les pousses de sorgho, données aux vaches, augmentaient la production du lait dans une plus forte proportion que le maïs.

« M. Pépin ajoute qu'au Muséum on cultive plusieurs variétés de sorgho, et fait remarquer que cette plante est très-épuisante. » (*Bulletin de la Société*, 2e série, t. IX, p. 141.)

On voit qu'à cette époque la science agricole officielle était assez peu renseignée sur la culture du sorgho et sa valeur, et qu'à part les *premiers aperçus* de M. L. Vilmorin et les modestes essais qui se faisaient dans le Midi, on était loin de se douter de l'importance de ce végétal. Plus de deux années s'étaient pourtant écoulées depuis l'envoi de M. de Montigny, et cet événement remarquable aurait pu être suivi avec plus de zèle. Quoi qu'il en soit, notre objet principal est ici d'établir les chiffres de l'appréciation de M. L. Vilmorin, comme complément des évaluations puisées à d'autres sources et rapportées dans le présent chapitre.

D'après cet observateur, le sorgho donne, par mètre

carré, 20 tiges, de 450 grammes en poids, soit 9 kilogrammes.

Ces tiges donnent 150 grammes ou 33,33 pour 100 de jus, soit 3 kilogrammes.

Le jus renferme de 10 à 13 pour 100 de sucre, moyenne 11,50 pour 100, soit, pour les 3 kilogrammes extraits des vingt tiges, 345 grammes.

M. L. Vilmorin ne s'explique pas sur la nature du sucre contenu dans le sorgho, et nous avons vu ailleurs que M. Clerget a constaté la présence du *sucre incristallisable* dans le jus de cette graminée.

Les chiffres précédents conduisent aux résultats suivants pour un hectare de terre :

Tiges..................	90,000	kilogrammes.
Jus ou vesou...........	30,000	
Sucre..................	3,450	

Dans l'hypothèse de l'alcoolisation du vesou, et dans le cas où il ne serait pas traité *pour sucre*, ce dernier chiffre répond *théoriquement* à 1,763^{k},64 d'*alcool absolu*, selon la proportion normale

$$100 : 51,12 :: 3450 : x = 1763,640$$

Un tel produit serait magnifique ; mais on ne peut trop répéter que la *pratique* ne doit accepter les données de la *théorie* qu'après les avoir contrôlées par l'expérience.

Rendement du maïs. — Le rendement moyen d'un hectare de maïs est de 10,000 à 11,000 kilogrammes de tiges sèches ; mais, comme elles seraient récoltées pour la fabrication du sucre, à une époque où elles retiendraient presque toute leur eau de végétation, le poids sur lequel on agirait serait beaucoup plus considérable.

On ne possède aujourd'hui que fort peu de renseignements précis sur la valeur sucrière du maïs.

Si l'on s'en rapporte aux expériences du docteur Neuhold, un hectare de maïs pourrait produire 365 kilogrammes de sirop bien cuit, en sus du rendement en grain. Cet expérimentateur avait opéré sur les tiges du maïs parvenu à maturité et ayant fourni son grain, en sorte que le sucre était pour lui un produit tout à fait accessoire : 12 parties de son sirop lui rendaient 4 de sucre et 8 de mélasse.

M. Lapanouse a trouvé que le maïs, ayant mûri, donne 45 à 50 de jus pour 100 de tiges. Cette quantité lui a fourni de 9,25 à 10 de sirop bien cuit.

Des expériences du docteur Pallas il résulte que 100 kilogrammes de tiges de maïs parvenu à maturité peuvent fournir 7^k,140 de sirop à 34° Baumé, à la température de 15 degrés centigrades.

De ce qui précède il résulte que l'on pourrait extraire du maïs mûr, ayant déjà donné son grain, une proportion de sirop variant entre 7 et 10 pour 100.

Il y a tout lieu de présumer que le maïs dont on aurait empêché la fructification donnerait un rendement beaucoup plus considérable.

Rendement de la betterave. — Nous trouvons ici les avis et les opinions les plus contradictoires. Afin de pouvoir établir les éléments d'une conclusion sérieuse, nous allons rapporter quelques chiffres, en les faisant suivre des observations qui nous paraîtront nécessaires.

Chaptal évalue le produit moyen d'un hectare à quarante milliers, soit, en nombre ronds, 20,000 kilogrammes.

Mathieu de Dombasle admet le même chiffre.

M. Dubrunfaut a donné pour produit moyen 24,000 kilogrammes.

Le docteur Sacc évalue le produit d'un hectare à 40,000 kilogrammes.

M. Payen considère la production comme variant entre 35,000 et 45,000 kilogrammes, ce qui donne la même moyenne.

Dans le Nord, on récolte souvent 60,000 kilogrammes, et la moyenne ne paraît pas devoir être évaluée au-dessous de 50,000 kilogrammes.

Par la méthode Kœchlin, on obtiendrait un rendement beaucoup plus considérable; mais il faut attendre encore que l'expérience sucrière ait prononcé sur cette question.

Nous regardons personnellement le chiffre de 50,000 kilogrammes comme la moyenne que l'on *doit* obtenir *en pratique*, dans de bonnes conditions *ordinaires* de terrain, de culture et de circonstances climatériques. Si maintenant nous abordons le côté *théorique* de la question, il nous sera facile de juger de ce qu'on doit attendre d'un hectare de terre bien cultivé.

En effet, les lignes étant espacées de 40 centimètres et les

betteraves de 30 centimètres sur les lignes, un hectare contient 83,250 betteraves, lesquelles, au poids moyen de 750 grammes, fournissent un chiffre de plus de 60,000 kilogrammes (62,447^k,5).

Il est à peu près impossible que ces conditions ne soient pas atteintes, dans un bon sol, par une bonne culture et des soins entendus : nous nous bornerons cependant, dans nos appréciations, à la moyenne *normale* de 50,000 kilogrammes par hectare.

Si nous recherchons le *rendement-sucre* de la betterave, nous rencontrons presque la même incertitude que pour le rendement cultural.

En *théorie,* 50,000 kilogrammes de racines devraient fournir 5,250 kilogrammes de sucre et mélasse, et, en admettant que la proportion de celle-ci pourrait, par un bon procédé, ne s'élever qu'à 20 pour 100, on aurait par hectare :

Racines, 50,000	Sucre brut.....	4,375 kilogrammes.
	Mélasse........	875
	Résidus.......	44,750
	Ensemble.....	50,000

Il est fort loin d'en être ainsi en *pratique.*

M. Payen admet que 5,000,000 kilogrammes de betteraves fournissent :

Sucre.....	300,000 kilogrammes.	Ensemble : 360,000 kilogrammes.
Mélasse....	60,000	

Ce chiffre donne pour l'ensemble, sucre et mélasse, la proportion 7,2 pour 100 au lieu de 10,5, et pour le sucre seulement la proportion 6 pour 100.

Ce résultat est tellement exagéré, par rapport aux faits réels de la pratique, qu'il suffit de le citer pour en faire ressortir l'incohérence et l'improbabilité. Il n'existe pas, en Europe, un fabricant qui l'ait atteint huit jours de suite.

En tout cas, il n'approche pas encore du rendement *théorique* qui devrait être 8,75 pour 100 en sucre et 1,75 en mélasse.

Chaptal obtenait de dix milliers de betteraves (5,000 kilogrammes, chiffres ronds) :

Sucre raffiné (1re et 2e qualités)...	114 kil.	= 244 kil.
Mélasse........................	130	

Il faut ajouter à la matière première 1,000 kilogrammes

perdus par les épluchures, et l'on a 244 kilogrammes de rendement, sucre et mélasse, pour 6,000 kilogrammes de racines. Ce résultat donne les proportions 4,06 pour 100 pour l'ensemble, 1,9 pour 100 en sucre raffiné et 2,16 pour 100 en mélasse.

Mathieu de Dombasle n'élève son produit en sucre raffiné qu'à 2 pour 100 des racines.

La vérité industrielle repose dans ce fait, qu'au commencement de la saison (octobre à décembre) le fabricant retire de la betterave 5 à 6 pour 100 de sucre, soit 5,5 pour 100, tandis que dans la seconde période il en extrait de 3 à 4 pour 100, soit 3,5 pour 100; c'est la moyenne de ces chiffres qu'il convient d'adopter pour rendement moyen de fabrication dans les circonstances actuelles, et l'on obtient ainsi un chiffre *réel* de 4,5 pour 100 en sucre.

La mélasse obtenue a un poids presque égal à celui du sucre !...

Nous reviendrons sur ces questions dans le livre suivant.

Il est, du reste, à remarquer que les renseignements officiels constatent un rendement moyen de 1,500 à 1,600 kilogrammes de sucre brut par hectare de betteraves. C'est à peine le tiers du chiffre théorique.

Rendement de la carotte. — On n'a pas encore de données bien arrêtées sur le rendement de la carotte, que l'on ne cultive guère que comme plante à fourrage ; mais il est probable que son produit serait fort augmenté, si elle était cultivée dans un assolement régulier, et si elle était l'objet de bonnes cultures d'entretien.

On estime que son produit varie de 25,000 à 40,000 kilogrammes par hectare, et qu'avec un peu de soin il peut atteindre celui de la betterave.

Admettons le chiffre de 40,000 kilogrammes.

Il résulte d'une analyse du docteur Sacc, que la carotte est ainsi composée sur 100 parties :

Eau	84
Fécule	1,38
Sucre	8,13
Inuline	1
Albumine	0,86
Ligneux, etc	4,63
	100,00

Une récolte de carottes contient donc 3,252 kilogrammes de sucre cristallisable, dont il serait facile d'extraire *au moins* la moitié, sinon les deux tiers, à l'état cristallisé, d'après nos expériences personnelles. Ce serait donc un chiffre de 1,625 kilogrammes de sucre par hectare cultivé en carottes, c'est-à-dire autant que l'on retire, en moyenne, d'un hectare de betteraves par les procédés actuels.

Cela est à considérer.

Nous passons sous silence les rendements possibles de l'érable à sucre ou maple et du bouleau, à raison de l'extrême variabilité de leurs produits. On n'a pas encore, d'ailleurs, cherché à cultiver ces arbres pour extraire le sucre de leur séve, sinon en Prusse, et les essais tentés dans cette voie n'ont pas eu de suites sérieuses.

PRIX DE REVIENT DE LA MATIÈRE PREMIÈRE DU SUCRE PRISMATIQUE.

Canne à sucre. — Nous ne songeons pas à apprécier le prix de revient de la canne à sucre dans les pays à esclaves et dans ceux où la main-d'œuvre avilie mérite à peine mémoire; mais nous pensons qu'il ne sera pas inutile de donner un aperçu des frais que sa culture peut occasionner en Algérie ou même dans le midi de la France. Nous croyons, en effet, que la canne peut y réussir parfaitement, et déjà la question est vidée en ce qui touche notre province africaine.

Frais de culture de la canne, sur un hectare de terre.

Loyer de la terre et impôts................	120 francs.
Enfouissement en vert servant de fumure...	60
Deuxième labour et hersage...............	50
Troisième labour et hersage..............	50
Achat des boutures......................	»
Plantation..............................	70
Premier sarclage........................	25
Deux binages............................	60
Récolte et transports...................	50
	485 francs.

Les 1,000 kilogrammes de cannes coûteraient donc au producteur environ 6,46, et représenteraient, à 15 pour 100 de sucre seulement, 150 kilogrammes de matière sucrée, suscep-

tible de facile extraction pour la moitié au moins, et de transformation alcoolique pour le reste. Les dépenses culturales sont un peu forcées à dessein, afin de n'avoir pas de mécomptes à éprouver.

On voit qu'il y aurait un extrême avantage à introduire la culture de la canne partout où il serait possible de le faire, et que, même en exagérant les frais et diminuant les produits, cette culture donnerait lieu à de grands bénéfices en Algérie et dans le Midi. Quant à la production coloniale, américaine ou asiatique, elle se trouve dans des conditions de prix de revient moins onéreuses encore, et les rendements sont plus considérables que nous ne l'indiquons ici.

Sorgho. — Le prix de revient d'un hectare de sorgho atteint à peu près le même chiffre que celui que nous venons de donner pour la canne, lorsqu'on le cultive pour sucre.

La nécessité de l'irrigation augmente un peu les frais qui, sans cela, ne dépasseraient guère le chiffre de 400 à 420 francs par hectare.

Betterave.—Chaptal nous fournit les observations suivantes :

« Si l'entrepreneur d'une sucrerie cultive lui-même ses betteraves, et qu'il sème ses blés dans les champs, immédiatement après l'arrachement, la dépense des labours préparatoires faits en hiver et au printemps, et celle des fumiers et leur transport peuvent être supportées en entier par les blés, et il ne reste à la charge des betteraves, qui forment une récolte intermédiaire, que les frais d'ensemencement, de sarclage, d'arrachement et de transport, ce qui en diminue extrêmement le prix.

« En partant de cette base, on peut estimer aisément ce que coûte la betterave à l'agriculteur qui la cultive lui-même. Nous nous bornerons à évaluer sa dépense pour le produit d'un arpent :

Achat de 6 livres de graine........	6 francs.
Ensemencement..................	12
Deux sarclages..................	22
Arrachement....................	20
Transport......................	20
Emmagasinage..................	3
Valeur locative du terrain..........	40
Impositions.....................	10
	133 francs.

« En estimant le produit moyen à 20 milliers, le millier coûte à l'agriculteur 6 fr. 65 c. Les dépenses des labours et du fumier sont supportées par le blé, qu'on sème de suite après l'arrachement des betteraves, et les récoltes en blé sont supérieures à ce qu'elles seraient, si elles ne venaient pas à la suite des betteraves, parce que la terre est bien ameublie, et que les sarclages l'ont purgée de toutes les plantes étrangères. »

Ainsi, l'arpent représentant 51^a,07, le prix de revient de l'hectare serait, d'après Chaptal, de 260 fr. 42 c., le rendement de 20,000 kilogrammes coûtant les 1,000 kilogrammes 13 fr. 30 c.

Tableau des frais de culture d'un hectare de betteraves semées en place, d'après Mathieu de Dombasle.

	fr.	c.
Loyer de la terre	60	»
Frais généraux, intérêt du capital, entretien des instruments, dépenses de ménage, etc., évalués par hectare à	60	»
Deux labours à 15 francs	30	»
Deux hersages à 3 francs	6	»
Fumier, 25 voitures à 5 francs, dont la moitié à la charge des betteraves	62	50
Semence, 5 kilogrammes à 2 francs	10	»
Rayonnage et semaille au semoir	3	»
Premier sarclage à la main, 30 jours de femme à 75 cent.	22	50
Deuxième sarclage et éclaircissement de plants, 20 jours de femme	15	»
Deux binages à la houe à cheval	4	»
Arrachage et nettoyage, en tout	34	25
Transport	9	»
Emmagasinage, etc	8	»
	324 fr.	25 c.

Mathieu de Dombasle n'admettant que 20,000 kilogrammes de rendement, le prix du mille se trouve être fixé à 16 fr. 21 c. Mais les fabricants de sucre et d'alcool ne payant guère que ce prix, le cultivateur n'aurait rien à gagner. Or, il est admis aujourd'hui par la pratique que 1 hectare de betteraves contenant 80,000 plants de betteraves au minimum et 100,000 au maximum, en supposant 40 centimètres entre les rayons et les plants écartés à 25 centimètres, chaque betterave donne un poids moyen en racines de 750 grammes environ. Le résultat théorique conduit à un produit de 60,000 à 75,000 kilogrammes par hectare, ce qui triple la valeur du rendement et divise

par trois le prix de revient, qui serait alors de 5 fr. 45 c. pour 1,000 kilogrammes.

Nous avons vu que, par une longue végétation et d'après la méthode de Kœchlin, on peut obtenir un résultat beaucoup plus considérable. Il est vrai de dire que les frais sont un peu augmentés; mais ce n'est pas en proportion assez forte pour qu'on ne puisse émettre, en proportion générale, cette assertion que, par une méthode intelligente, on peut facilement obtenir la betterave à un prix de revient de 7 à 8 francs les 1,000 kilogrammes, soit la moitié de ce qu'elle coûte au fabricant qui achète sa matière première.

M. Payen a donné l'appréciation suivante :

Prix de revient de la betterave pour un hectare de bonne terre.

Loyer, impôts, intérêts............	115 francs.
Engrais.........................	130
Deux labours, deux hersages........	86
Ensemencement....................	18
Sarclage et binage................	55
Arrachage et transport............	36
	420 francs.

« La production varie de 35,000 à 45,000 kilogrammes, et, par conséquent, le prix de revient des 1,000 kilogrammes, de 9 fr. 50 c. à 12 francs. La valeur des feuilles utiles comme engrais ou aliment des bestiaux peut compenser quelques frais accessoires, non indiqués dans ces prix de revient.

« Les feuilles tombées pendant la végétation, et les petites racines restées dans le sol représentent environ 4,800 kilogrammes de fumier; les feuilles enlevées avec l'étêtage pèsent au moins de 15,000 à 18,000 kilogrammes; ces produits, en somme, valent de 50 à 60 francs par hectare. »

Nous ne nous arrêterons pas à l'examen du prix de revient de la carotte et du maïs, que l'on peut, du reste, calculer d'après les éléments qui précèdent. Nous terminons donc ici ce premier livre et nous renvoyons à une note spéciale l'étude de la composition intime et de la structure anatomique de la canne et de la betterave.

LIVRE II.

FABRICATION EN GRAND DES SUCRES BRUTS.

Après avoir étudié consciencieusement le sucre au point de vue de la chimie théorique, et sous le rapport des exigences culturales des plantes sucrières, que nous avons cherché à faire connaître dans les détails les plus importants, nous abordons la description des procédés pratiques, industriels, employés manufacturièrement pour l'extraction du sucre.

L'objet de ce deuxième livre est capital, et son importance n'est pas contestable : la routine étreint de ses mille bras l'industrie sucrière ; les partisans les plus éclairés du progrès ne hasardent qu'à leur corps défendant les innovations les plus heureuses et les plus logiques, et les autres restent enfermés dans le cercle vicieux où tournaient leurs devanciers... Nous trouverons les raisons d'être d'un tel état de choses dans l'examen attentif des procédés suivis, de leurs causes, de leurs effets, et nous les comparerons aux principes théoriques dont nous avons acquis la connaissance préalable, afin d'apprendre ce qu'il convient de faire pour supprimer les erreurs et les abus, et pour aider la fabrication du sucre à tendre aux améliorations dont elle est susceptible.

CHAPITRE I.

PRINCIPES GÉNÉRAUX SUR LESQUELS REPOSE LA FABRICATION ACTUELLE.

Il serait difficile de tracer d'une manière générale les règles qui doivent guider le fabricant de sucre, si l'on avait à envisager toutes les espèces de sucre; mais comme il ne s'agit le plus souvent, en pratique, que du sucre de canne ou sucre prismatique, c'est de cette espèce que nous nous occuperons spécialement dans ce chapitre.

Le sucre prismatique fourni par la canne à sucre, le sorgho, le maïs, l'érable, le bouleau, la betterave ou la carotte, est chimiquement identique dans ces divers cas; mais les jus sucrés, les séves saccharines sont loin de présenter la même composition. Si l'on n'avait affaire qu'à des dissolutions de sucre pur dans l'eau de végétation, toute l'opération de la sucrerie se bornerait à éliminer l'eau par une évaporation méthodique, et l'on obtiendrait du sucre cristallisé par le simple refroidissement du sirop; mais il n'en est pas ainsi, et les liquides sucrés renferment, outre le sucre, des proportions considérables de matières étrangères.

On peut les grouper de la manière suivante, pour les étudier avec fruit. Les jus sucrés contiennent :

1° De l'eau;

2° Du sucre;

3° Des matières albuminoïdes ou azotées;

4° Des substances colorantes;

5° Des matières salines minérales solubles;

6° Des débris de ligneux et de matière cellulosique.

Pour que le sucre parvienne à être débarrassé de la plupart des substances étrangères, il convient de le traiter par des procédés rationnels, qui le ramènent graduellement à la plus grande pureté possible. Les moyens d'action, nombreux aujourd'hui, doivent être choisis avec discernement, selon la provenance du liquide auquel on s'adresse. Certaines matières albuminoïdes, se coagulant par la chaleur, seront chas-

sées par les écumes ; d'autres seront précipitées par des agents chimiques appropriés ; les matières colorantes seront détruites ou absorbées par les agents décolorants ; les sels seront précipités ou entreront dans des combinaisons insolubles, et la filtration, la clarification, débarrasseront des matières étrangères suspendues.

Il ne restera plus, dans les liqueurs sucrées, que de l'eau, du sucre prismatique, souvent encore une certaine proportion de sucre incristallisable $C^{12}H^9O^9+3HO$, ou de glycose $C^{12}H^9O^9+5HO$; enfin, on ne pourra pas éliminer certains sels que l'on n'a pas trouvé le moyen de précipiter par des agents chimiques d'un emploi industriel. Ces sels sont principalement les sels alcalins ou les sels de potasse et de soude, qui se concentreront dans les eaux-mères ou mélasses, et ne laisseront que des traces dans le sucre prismatique bien égoutté.

Nous allons examiner rapidement les opérations de la sucrerie, afin d'en donner une idée sommaire à nos lecteurs, qui trouveront, dans les chapitres suivants, les détails complémentaires dont ils pourront avoir besoin.

La fabrication du sucre cristallisé comprend :

1° L'*extraction des sèves saccharines* ou des *jus sucrés ;*

2° La *défécation du liquide sucré ;*

3° L'*évaporation en sirop ;*

4° La *filtration* et la *décoloration ;*

5° La *cuite* ou *complément d'évaporation ;*

6° La *cristallisation* et ses *opérations accessoires.*

Ces opérations exigent, de la part du fabricant, des connaissances sérieuses, une étude soutenue des matières premières qu'il traite, et l'observation attentive des phénomènes chimico-physiques qui se passent journellement sous ses yeux.

EXTRACTION DES LIQUIDES SUCRÉS.

Cette première opération est loin d'être aussi facile qu'elle le paraît d'abord, et nous trouverons la preuve de cette assertion dans les efforts inutiles tentés depuis de longues années dans les pays sucriers d'Amérique, pour améliorer le rendement obtenu de la matière première. On peut considérer, en

moyenne, qu'il reste dans le marc ou la bagasse de la canne environ la moitié de la matière saccharine que renfermait la plante, et cette proportion énorme de substance utile à peu près perdue tient à l'imperfection des moyens employés pour l'extraction du vesou.

On peut ranger les méthodes employées dans l'ordre suivant :

1° Ou la matière première est soumise à la *pression*, ou elle est traitée par voie de *macération*.

2° Dans les deux cas, elle est *divisée* préalablement, ou elle n'est pas soumise à cette opération.

Dans le cas où la matière est divisée avant d'être soumise à la pression, l'extraction de la substance sucrée est plus rapide et plus complète. Le liquide sucré se mêle plus intimement à la séve, les cellules se rompent plus aisément et le moût en traverse les interstices d'une manière plus facile. Nous en dirons autant pour la macération, qui offre des résultats d'autant plus sûrs que la substance saccharine a été réduite en tranches plus minces.

Nous allons donc examiner successivement les règles suivies et celles à suivre dans toutes ces diverses circonstances :

1° Division de la matière sucrée ;

2° Pression ou extraction du jus sucré ou vesou ;

3° Macération.

Nous nous familiariserons ainsi avec les divers points relatifs à l'extraction des jus sucrés; mais, au préalable, il est nécessaire de jeter un coup d'œil sur la préparation préliminaire des matières saccharifères. Cette préparation consiste dans un nettoyage et un lavage convenables pour les débarrasser des fibrilles, des pierres et de la terre qui peuvent y être attachées. On conçoit que ceci ne se rapporte ni à la canne, ni au sorgho, ou au maïs, pas plus qu'aux séves sucrées. Les trois premières plantes sont seulement dépouillées, la canne de ses sommités ou amarres, le sorgho et le maïs de leurs sommités et de leurs feuilles ; on les coupe ensuite en tronçons d'une longueur convenable, selon le mode d'extraction du jus que l'on doit employer.

Nettoyage des racines sucrées. — Les racines sucrées ont été pendant longtemps soumises à un nettoyage à la main : des femmes ou des enfants enlevaient les parties gâtées, les fibril-

les et les radicules, la terre et les pierres à l'aide d'un couteau; on retranchait encore dans cette opération une partie du collet, au niveau de la partie verte servant de point d'émergence aux feuilles. Ce mode est à peu près généralement abandonné. En effet, le nettoyage à la main exige une main-d'œuvre assez coûteuse, le travail est imparfait et il reste encore beaucoup de terre autour des racines. Les matières terreuses augmentent beaucoup les dépôts, nuisent à la qualité des pulpes et multiplient les difficultés de la purification des jus. C'est tout au plus si le nettoyage à la main présenterait quelque avantage dans les petites exploitations rurales, si l'industrie sucrière parvient un jour à prendre place dans les industries agricoles proprement dites. Il est aujourd'hui remplacé par le *lavage*, qui est beaucoup plus prompt et plus économique, et dont les résultats sont beaucoup plus complets.

Il convient cependant de dire que, dans les premiers temps de l'industrie sucrière indigène, le lavage avait peu de partisans dans la nouvelle fabrication; mais les raisons mêmes qui semblaient militer contre le lavage en faveur du nettoyage à la main sont précisément celles qui ont contribué à faire abandonner ce dernier. Voici la manière dont s'exprimait Chaptal à ce sujet :

« Avant de soumettre les betteraves à la dent de la râpe, il faut les nettoyer de la terre qu'elles apportent des champs, en couper le collet, enlever les radicules qui sont sur la surface et séparer ce qui peut être pourri ou carié.

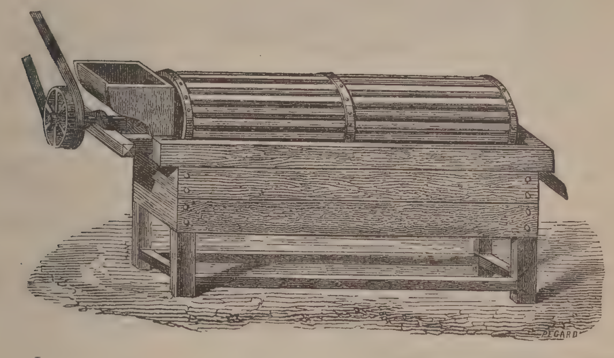
« *Dans plusieurs fabriques, on se borne à laver les betteraves;* mais *cette opération ne peut pas* être avantageusement pratiquée dans toutes les localités : c'est pour cette raison que j'ai renoncé à ce lavage préliminaire, et je n'en ai éprouvé aucun mauvais effet.

« Huit femmes peuvent aisément éplucher dix milliers de betteraves par jour; elles en préparent jusqu'à quinze et vingt milliers lorsque la racine est grosse et peu chargée de terre. »

Chaptal ne donne pas la *raison* pour laquelle le lavage *ne peut* être pratiqué dans toutes les fabriques... Assurément, cette impossibilité ne peut dépendre que du manque d'eau. D'un autre côté, il justifie le prix de revient plus élevé du nettoyage à la main; car nos fabriques actuelles seraient dans l'obligation d'avoir un nombre beaucoup trop considérable

d'ouvrières pour alimenter le travail journalier par ce procédé.

Lavage des racines sucrées. — Le *laveur* le plus usité est un cylindre dont la circonférence est formée de tringles de bois ou de fer, disposées en claire voie et distantes l'une de l'autre de 30 à 40 millimètres. Cette machine, dont nous indiquons la disposition (fig. 24), a 2 mètres de longueur sur 1 mètre de diamètre; elle est animée d'une vitesse de douze à quinze tours par minute et plonge au tiers de sa hauteur dans l'eau d'une caisse en bois qui lui sert de support. Elle est un peu plus élevée à l'extrémité par laquelle on jette les racines, qui sont frottées les unes contre les autres et contre les tringles avant d'aller sortir par l'extrémité opposée. Elles sont parfaitement débarrassées du sable, de la terre et des pierres, et vont s'égoutter sur un plan incliné. Ce procédé est, de tous points, le plus expéditif

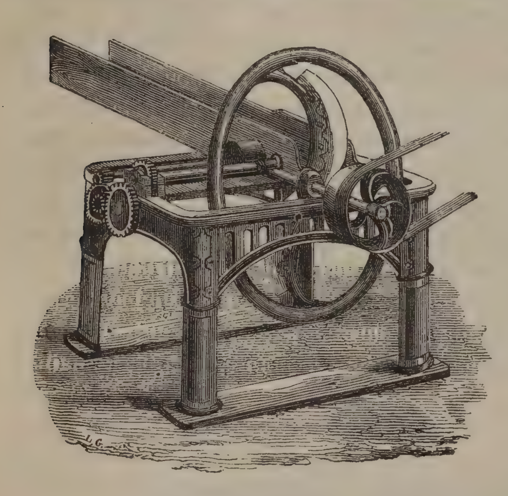


(Fig. 24.)

et le plus économique, et l'on doit y avoir recours toutes les fois que l'on a de l'eau à sa disposition. La caisse est vidée de temps en temps de l'eau de lavage ainsi que du dépôt terreux qui s'y amoncelle, et elle est remplie à moitié par de nouvelle eau. Dans beaucoup de laveurs mécaniques, on établit à l'extrémité de sortie un tronçon d'hélice intérieur à claire voie, dans lequel les racines s'engagent par l'effet du mouvement de rotation, pour être ensuite expulsées de la machine.

En sortant de l'appareil laveur, les betteraves tombent sur un plan incliné qui se trouve à proximité des râpes, et c'est là qu'on les prend pour les jeter dans la trémie ou le caniveau qui les conduit vers les dents de celle-ci.

Division des matières saccharines. — Cette opération ne se fait pas, à proprement parler, pour la canne, ni pour le sorgho ou le maïs. Cependant, au cas où l'on voudrait traiter ultérieurement ces plantes par la macération, pour leur enlever la matière sucrée, elles devraient être divisées en petits tronçons à l'aide d'un hache-paille, dont nous représentons ici la figure. Cette machine peut être mise en mouvement à bras ou par un manége; elle peut porter deux, trois ou quatre lames, selon la longueur que l'on veut donner aux tronçons. Il convient d'ailleurs de remarquer que plus les morceaux sont courts et plus aisément ils abandonnent le principe sucré qu'ils renferment.



(Fig. 25.)

Dans les conditions actuelles, on se contente de partager la canne en morceaux d'environ 1 mètre de longueur ; cette division s'opère à la main.

Quant au sorgho et au maïs, que l'on a essayé de traiter de la même manière que la canne, on verra plus loin la nécessité de recourir à un autre système, aussi bien que pour la canne, si l'on veut arriver à des résultats positifs.

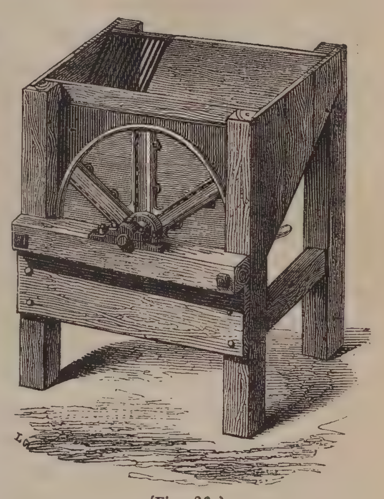
En ce qui touche les racines saccharifères et les matières premières qui ne présentent pas la même rigidité que les tiges des graminées, on a proposé différents modes de division, selon que l'on désire extraire leurs jus par la macération ou par la pression. Dans le premier cas, il suffit que les matières soient divisées en rubans ou en morceaux aussi minces que possible, pouvant être facilement pénétrés par le liquide macérateur. Le coupe-racines à quatre ou six lames (fig. 26) peut rendre les plus grands services : les racines jetées dans la trémie sont

séparées en rubans minces et étroits par les lames dentées, et il ne reste qu'à les envoyer au fur et à mesure vers les appareils de macération (voir plus loin). C'est l'instrument le plus simple et le plus commode dont on puisse faire usage, et sa rapidité d'action est très-grande.

Mais dans le cas où le liquide sucré doit être extrait par la pression, il n'est plus possible de se contenter d'une division aussi imparfaite et l'on doit recourir à l'action de la râpe.

On a imaginé un grand nombre de râpes, dont plusieurs sont loin de répondre au but que l'on doit se proposer d'atteindre.

Ces instruments sont destinés spécialement à la division des racines saccharifères et des matières de résistance moyenne, et, bien qu'on en ait conseillé l'emploi pour la canne et le sorgho, la grande résistance du ligneux et de la partie extérieure de ces plantes ne permet pas de songer sérieusement à les diviser à l'aide des râpes actuelles.



(Fig. 26.)

On avait proposé de diviser les racines et de les réduire en *pulpe* par l'action de la chaleur. Achard lui-même fit des essais dans ce sens, mais la pulpe, réduite à l'état de bouillie, ne pouvait plus être facilement soumise à la pression, les portions parenchymateuses et ligneuses passant à travers les sacs, comme de l'empois d'amidon. Cette idée était cependant la plus simple, et il est probable que des recherches bien dirigées pourraient en tirer un excellent parti.

Quoi qu'il en soit, la râpe dont on se sert en féculerie et en sucrerie est un cylindre muni de lames dentées en scie, placées dans le sens de l'axe du cylindre qui les porte, écartées de 1 1/2 à 2 centimètres les unes des autres et maintenues par des barres de fer. Les dents offrent une saillie de 2 millimètres environ au-dessus de la superficie du cylindre, qui est

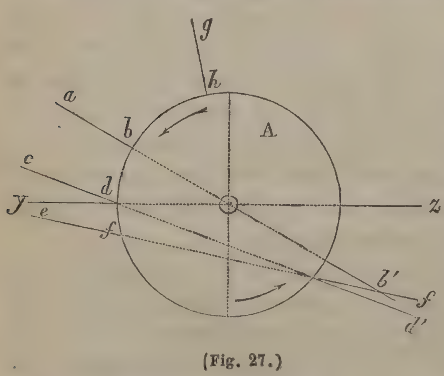
animé d'une vitesse de sept à huit cents tours à la minute, afin de briser et d'ouvrir le plus possible de cellules sacchariféres.

Le cylindre, disposé horizontalement, atteint les racines placées dans une coulisse et qui sont poussées à l'aide de pièces de bois nommées *rabots*. Ces rabots glissent dans des coulisses et sont dirigés soit par la main, soit par un moteur mécanique animé d'un mouvement de va-et-vient. La coulisse où sont placées les racines étant divisée en deux parties par une cloison verticale, il faut employer deux rabots qui agissent alternativement.

L'arbre du cylindre repose, à ses deux extrémités, sur un *coussinet ;* mais comme, en raison de la grande vitesse imprimée au mouvement de rotation, ces coussinets se dégradent promptement, on est obligé de les renouveler assez fréquemment. Ceux en bois dur et fibreux sont les plus résistants, et l'on se trouve bien d'employer à cet usage le vieux noyer, dont on dispose les fibres horizontalement : ce qui les place dans un sens opposé à la direction de l'axe du cylindre.

On communique le mouvement au cylindre par un engrenage ou par une corde sans fin, ou mieux encore par une courroie de transmission. Ce dernier mode doit être préféré pour son économie et sa simplicité, et aussi parce qu'il y a moins de résistance à vaincre et, conséquemment, moins de force à perdre que par les engrenages.

Le bâti qui supporte la râpe est en bois ou en fonte.



(Fig. 27.)

Les coulisses par lesquelles arrive la matière première peuvent recevoir plusieurs inclinaisons par rapport à l'axe du cylindre dévorateur. Il se produit dans ces cas des effets très-différents que nous cherchons à faire comprendre au moyen de la figure ci-dessus.

Soit le cylindre A et le plan horizontal de son axe figuré par

la ligne *yz*. Si les racines arrivent à la râpe, au-dessus de son axe, suivant une direction *abb'*, par exemple, elles sont fortement repoussées et l'action des rabots devient très-pénible. Mais, en revanche, la pulpe est très-fine et la matière aussi bien divisée que possible, parce qu'elle reste plus longtemps au contact des dents de la râpe.

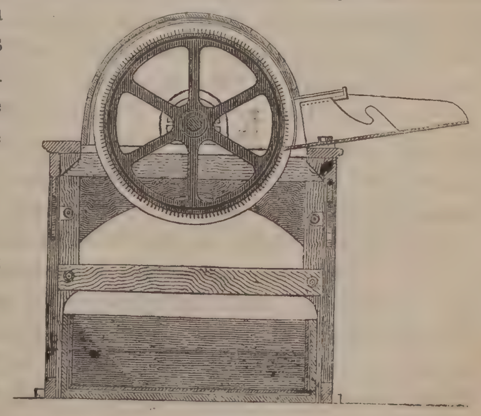
Si la matière arrive dans le plan de l'axe, suivant *cdd'*, elle est moins repoussée, les rabots fatiguent moins et la besogne marche plus vite ; mais la pulpe est moins fine. Enfin, lorsque les racines suivent une direction *eff*, au-dessous de l'axe du cylindre, celui-ci les attire avec une incroyable rapidité, mais la pulpe serait trop grosse et mal divisée si l'on n'avait la précaution de diminuer le calibre des dents de scie et de les rapprocher.

Il y aurait peut-être avantage à faire arriver la matière suivant une direction presque verticale *gh* ; mais alors les rabots ordinaires devraient être remplacés par un levier et, dans tous les cas, on devrait faire parvenir les racines au cylindre, sur le côté, à quelque distance de la perpendiculaire ou plan de l'axe, si l'on voulait obtenir une rapidité suffisante.

C'est l'inclinaison *eff* que l'on adopte de préféférence en pratique, à raison de l'économie de temps qu'elle procure.

Un mince filet d'eau coule constamment sur la râpe pour faciliter le dégorgement des dents de scie et détacher la pulpe adhérente que la force centrifuge tend déjà à rejeter.

Nous dirons un mot de quelques râpes qui sont ou ont été en usage dans l'industrie sucrière.



(Fig. 28.)

Râpe de Burette. — Cette râpe, la plus généralement employée aujourd'hui, est celle que nous venons de décrire sommairement et qui est représentée par la figure 28.

La plupart des machines à râper dont on se sert dans la fabrication actuelle se rapprochent plus ou moins de celle de Burette, dont le mérite consiste à joindre la solidité et un bon travail à un prix relativement modéré.

En 1812, M. Thierry présentait à la Société d'encouragement une râpe de son invention qui était en usage dans la fabrique de sucre de M. Delessert.

Cet instrument fut l'objet d'un rapport très-favorable, dont nous reproduisons l'extrait :

La partie principale de cette machine est un cylindre de 0m,70 de diamètre et de 0m,35 de longueur, formé de cent vingt lames ou douves de fer forgé, d'environ 0m,02 de largeur, dont chacune porte une crête anguleuse longitudinale et prise sur pièce, de 0m,003 à 0m,004 de saillie, et taillée en dents de scie équilatérales.

Ces douves, qui ne laissent aucun intervalle entre elles, sont fixées chacune par trois vis, sur trois des cinq cercles de fer qui les supportent. Ces cercles sont montés sur des croisillons, qui sont montés sur un même axe, à l'extrémité duquel est un pignon qui communique l'action du moteur.

Les deux bouts du cylindre sont fermés par deux plaques de tôle fixées par des vis sur les deux croisillons extrêmes, afin que rien ne puisse pénétrer dans l'intérieur du cylindre. Sur le châssis même portant les coussinets qui reçoivent les tourillons de l'axe, et au devant du cylindre, est arrêtée très-solidement une boîte rectangulaire partagée en deux par une cloison longitudinale. Le fond de cette boîte, dont la longueur est perpendiculaire à l'axe du cylindre, fait avec le plan tangent au cylindre un angle d'environ 60°. Les extrémités de cette boîte et environ la moitié de leur paroi supérieure sont ouvertes du côté le plus éloigné du cylindre. On place les betteraves de ce côté, et on les presse vers l'autre extrémité contre le cylindre, au moyen de deux poussoirs de bois, dont un arrêt règle la course, de manière qu'ils ne puissent toucher les dents du cylindre. On peut aussi charger ces poussoirs d'un poids assez fort pour comprimer les betteraves contre le cylindre. Alors on les éloigne, au moyen d'une bascule, pour placer la betterave au fond des boîtes.

Deux enfants fournissent de betteraves les cases de la boîte,

et une femme peut manœuvrer les deux poussoirs sans même exercer toute la pression dont elle serait capable pour un travail continu.

Il faut, pour obtenir tout l'effet de cette machine, que le cylindre fasse environ six tours par seconde, temps suffisant pour qu'il déchire une betterave de quatre livres. On conçoit qu'avec une pareille vitesse les râpures de betteraves, animées d'une grande force centrifuge, ne peuvent jamais empâter les dents; aussi les cylindres sont-ils toujours très-propres.

Pour retenir la râpure et la faire tomber dans une caisse doublée de fer-blanc placée sous la machine, le cylindre est recouvert d'une cape demi-circulaire en tôle, dont les extrémités sont armées de quatre broches qui entrent dans des trous pratiqués dans le châssis de la machine.

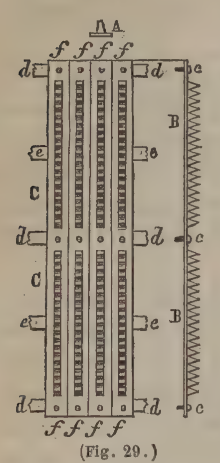
Effets. — Dans une expérience faite à la fabrique de M. Delessert, deux semblables cylindres mus par deux chevaux, au moyen d'un système d'engrenage convenable, ont râpé 100 kilogrammes de betteraves en 74 secondes; ce qui porterait le produit d'un cylindre à 4,865 kilogrammes par heure. Mais, par des expériences comparatives de l'effet à bras d'hommes, et de ce qu'on peut attendre d'un travail continu, nous croyons que l'on ne peut compter que sur 3,000 kilogrammes par heure pour chaque cheval.

A l'avantage de la solidité que la construction tout en fer du cylindre assure à cette machine, le poids même du cylindre en ajoute un autre, c'est de faire *aidière* pour vaincre les inégalités de la résistance. En estimant la force d'un cheval comme capable d'élever 888,000 kilogrammes à 1 mètre de hauteur en dix heures, on trouvera que la résistance tangentielle vaincue par la surface dentée du cylindre est à peu près de 19 kilogrammes, avec 13 mètres de vitesse par seconde.

Pour que ce cylindre puisse marcher une seconde sans recevoir de nouvelle impression du moteur, le calcul demande que la masse distribuée à sa surface soit de 50^{k},682.

Or, nous avons trouvé cette masse de 54 kilogrammes. Le poids du cylindre est donc convenable pour suppléer aux inégalités des résistances ou aux interruptions de l'action de la puissance.

La figure ci-dessous (fig. 29) indique seulement la forme des lames de scie et la manière dont elles sont attachées sur les croisillons, ce qui suffit à pouvoir établir cette machine, si on le désirait.



(Fig. 29.)

A indique la coupe transversale des lames, et BB leur coupe longitudinale. Trois boulons *ccc*, un au milieu, et les deux autres aux extrémités, servent à fixer solidement les lames sur les croisillons *ddd*, ainsi qu'on le voit dans l'assemblage représenté en C. Les croisillons *ee* ne sont destinés qu'à supporter les lames, dans la partie moyenne, pour soutenir l'effort de la pression des rabots.

Les autres détails relatifs à la râpe Thierry sont faciles à saisir au moyen de la description que nous en avons reproduite, mais cette râpe est susceptible de diverses améliorations. Il serait bon de maintenir entre les lames dentées un petit écartement d'au moins un demi-centimètre ; cette disposition permettrait à la pulpe de mieux se dégager, et favoriserait la manœuvre à exécuter dans le cas où l'on voudrait placer une ou plusieurs lames de rechange.

A l'aide de la râpe de Burette ou de celle de Thierry, on peut atteindre en sucrerie tous les résultats que peut donner la pulpation des racines ; aussi ne parlons-nous de quelques autres machines de ce genre que pour mémoire, et afin de faire voir la marche de l'industrie sucrière sous ce rapport.

En 1811, M. Drapiez pilait ses racines dans une sorte de bocard dont les pilons étaient armés de lames tranchantes. Les morceaux divisés assez grossièrement passaient ensuite dans un moulin analogue au petit moulin à café... Il y avait certes loin de cela à la râpe de Thierry ou à celle de Burette ; mais ce bocardage de la matière saccharifère peut recevoir une application utile pour la canne à sucre et le sorgho, et nous y reviendrons tout à l'heure.

Le 8 janvier 1812, M. Ch. Derosne présenta à la Société d'encouragement un rapport favorable sur la *machine à râper* les betteraves, inventée par MM. Pichon et Moyaux.

Cette râpe n'était autre chose qu'une véritable *cardeuse*, dont le tambour cardeur portait des dents de fer au lieu de cardes, et réduisait en pulpe les betteraves qui lui étaient amenées par des tringles de bois faisant fonction d'une toile sans fin.

Laissons parler M. Derosne lui-même, au sujet de cet appareil.

« Je regarde cette nouvelle machine, dit-il, comme la plus parfaite qui ait encore paru en ce genre. Elle me paraît réunir tous les avantages des machines connues jusqu'à présent, sans avoir aucun de leurs inconvénients; car, non-seulement la pulpe qu'elle fournit est d'une excellente qualité, et le cylindre triturateur n'a pas l'inconvénient de s'engorger, mais encore la force employée pour mettre la machine en mouvement m'a paru, comparativement au produit obtenu, extrêmement inférieure à celle qu'exigent les autres machines proposées pour le même usage.

« Cette machine a râpé en ma présence 400 kilogrammes de betteraves en une heure, en n'employant que la force de deux hommes pour tourner la roue, et celle d'un enfant pour fournir les betteraves. »

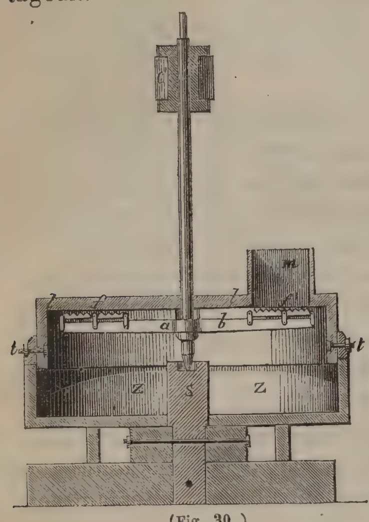
Il est évident qu'un si faible produit ne serait plus admissible aujourd'hui; mais les idées des mécaniciens étaient portées alors à imiter, pour la rasion des racines, les machines employées au cardage des matières textiles.

Nous en trouvons encore un exemple dans la machine à râper inventée par M. Caillon, en 1812, et dont nous ne donnerons pas la description détaillée : il nous suffira de dire qu'elle consistait essentiellement en deux tambours de fonte, placés dans le même plan horizontal relativement à leur axe, et dont le mouvement se communiquait de l'un à l'autre par des engrenages. Le premier, mis en mouvement par le moteur, avait une vitesse soixante-dix fois plus considérable que le second, et leur diamètre était de $0^m,50$ sur $0^m,90$ de longueur. Ils étaient armés de dents de rochet pointues, taillées dans la fonte même ou rapportées et boulonnées.

Au-dessus de la machine se trouvait une trémie pour recevoir les racines et au-dessous une caisse pour la pulpe...

Le 6 juillet 1813, le comte de Sussy, ministre des manufactures et du commerce, transmit à la Société d'encouragement la description et le dessin d'une râpe à diviser les betteraves,

dont on faisait usage à la sucrerie impériale de Sauer-Schwabenheim, et sur laquelle il lui avait été fait un rapport avantageux.



(Fig. 30.)

Cette râpe (fig. 30) était mue par un manége, qui communiquait le mouvement à une lanterne *e*, attachée à l'arbre vertical passant par le centre des lames dentées formant la râpe, et terminé par un pivot inférieur reposant sur un point d'appui S. La boîte ZZ, dont le couvercle *ll* mobile se laissait détacher par les vis *tt*, recevait la pulpe des betteraves qui étaient introduites en *m*. La râpe était essentiellement composée d'une roue *ab* supportant de 140 à 150 couteaux dentés *ff'* légèrement inclinés sur le rayon. Ces couteaux, de 11 pouces de longueur, étaient maintenus aux extrémités et au milieu par des anneaux.

Enfin, depuis cette époque, plusieurs inventeurs cherchèrent à perfectionner les machines à râper, en partant de diverses considérations plus ou moins fondées. Nous ne nous arrêterons pas à décrire ces appareils, et nous nous bornerons à faire connaître les principales dispositions de la râpe employée par l'illustre Mathieu de Dombasle, dont la figure ci-après donne la coupe.

Cette râpe est, sans contredit, la plus élémentaire de toutes et celle qui serait le plus à la portée des exploitations agricoles, dans le cas où l'industrie sucrière prendrait sa place dans la ferme.

[Que l'on se figure des disques en chêne, ayant 0m,054 d'épaisseur sur un diamètre de 0m,60 à 0m,65 environ, percés au milieu d'un trou pour le passage d'un axe en fer, et entre le centre et la circonférence, soit au milieu du rayon, de quatre trous plus petits disposés à angle droit, comme l'indique la figure 31.]

On superpose huit de ces disques, de manière à former un cylindre de 0m,45 environ de hauteur ; mais il faut faire attention à les placer dans un sens opposé par rapport au *fil* du bois. On les boulonne, on monte le tout sur un axe solide, et l'on fait tourner et ajuster la circonférence. On pratique alors des traits de scie dans le sens de la longueur et l'on fait entrer à frottement dans ces ouvertures des lames de scie de 0m,027 à 0m,030 de largeur, dont les dents ressortent et font saillie tout autour de la circonférence. Ces lames sont écartées de 0m,020 l'une de l'autre, et elles ressortent de 0m,005 à chaque extrémité, pour qu'on puisse les enlever au besoin à l'aide du ciseau. La distance entre les pointes des dents est de 0m,005 à 0m,006. On peut, à volonté, en enlever les lames pour les limer, etc. Lorsqu'elles sont devenues trop courtes, on enlève un peu de bois, à l'aide d'un guillaume, entre les lames. Cette râpe paraît avoir été d'un bon usage ; en tout cas, sa construction est très-économique et elle peut être établie facilement partout. Les autres pièces accessoires ressemblent à celles de la râpe de Burette.

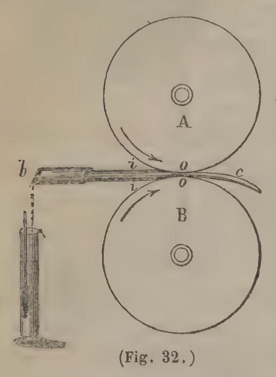

(Fig. 31.)

Observations générales.— On comprend aisément que, si parfaite que soit une râpe, elle ne divise pas assez finement les tissus saccharifères pour en déchirer toutes les cellules ; cette vérité n'a pas besoin de démonstration et elle conduit à des conséquences sérieuses. Les cellules non divisées offriront toujours une résistance énorme aux moyens mécaniques employés pour extraire le jus, et le liquide sucré restera emprisonné dans leurs parois, malgré tous les efforts et toute la puissance dépensés pour le faire sortir.

Le procédé de division de la matière par l'écrasement ou par les pilons serait peut-être le moins imparfait, si l'on était parvenu à construire une machine de ce genre, susceptible de traiter une quantité de matière suffisante, dans un temps donné. Malheureusement il n'en est pas ainsi, et les pilons vont trop lentement en besogne pour être d'un emploi manufacturier.

Ils pourraient être d'un bon usage pour la canne et le sorgho, qui n'auraient pas besoin d'un écrasement si complet pour abandonner aisément tout leur sucre. Il vaudrait mieux cependant les remplacer par des cylindres concasseurs, à surface

cannelée, entre lesquels on ferait passer les morceaux débités par le hache-paille. La contusion ou la trituration imparfaite ainsi produite pourrait être aussi rapide que l'on voudrait, et elle disposerait singulièrement ces matières à se prêter à une bonne macération.



(Fig. 32.)

Pression des matières sucrées. — La pression des matières saccharifères se fait par les *laminoirs*, les *presses* ordinaires et la *presse hydraulique*. De tous les appareils possibles, les *moulins lamineurs* sont les plus mauvais qu'on puisse employer : nous en indiquons seulement ici le principe, vicieux en lui-même, et nous réservons quelques détails pour le chapitre où nous nous occuperons spécialement de la fabrication du sucre de la canne.

Soient A et B deux lourds cylindres de pierre ou de métal, tournant dans le sens des flèches, par une transmission de mouvement provenant d'un moteur hydraulique, d'un moulin à vent ou d'un manége. Si l'on présente en *ii* une poignée de cannes ou une canne seule, elle sera aplatie en *oo*, et le jus s'écoulera en *ii* par les déchirures du tissu. La canne sera déchirée et pressée à la fois, et elle arrivera en *c* comprimée en ruban épais...

Au fur et à mesure que la canne s'avance entre les cylindres ou *rolls*, la séve, repoussée par la pression de *oo* en *ii*, s'empare, par lavage et dissolution, du sucre mis à découvert ; mais il s'en faut de beaucoup que cette action soit complète. L'eau de végétation, beaucoup plus fluide que le sirop des cellules sucrées, est refoulée vers *b* par la pression, et elle ne s'empare du sucre sur sa route que dans des proportions relativement minimes.

On peut dire que c'est seulement le liquide retardataire resté entre *ii* et *oo* qui se charge de sucre, et que celui qui est en avance n'est que de l'eau presque pure.

Si l'on place, en effet, au-dessous de *b*, un verre ou plutôt une éprouvette dans laquelle se trouve un pèse-liqueur, on pourra constater que le premier liquide sortant est presque

insipide et d'une densité très-faible, tandis que le vesou ruisselant en *ii* est très-sucré et très-dense.

D'un autre côté, les cellules saccharifères imparfaitement divisées, mal lavées par le liquide séveux qui n'a pas eu le temps de les épuiser, conservent la plus grande partie de leur sucre à un haut état de concentration ; de cette manière, on recueille une portion du sucre seulement et la plus grande partie de la séve, tandis qu'on laisse dans la bagasse peu de séve et beaucoup de sucre !...

Il suffirait, pour obvier aux inconvénients de ce fatal système, de soumettre la bagasse laminée à une macération méthodique. On en retirerait la presque totalité du sucre à l'état de vesou très-concentré, que l'on joindrait ensuite au vesou de simple expression. Nous avons vérifié l'exactitude de ce fait sur la canne et le sorgho. Mais pour cela il faudrait *vouloir*.

On avait d'abord commencé par presser la canne sous des meules verticales analogues à celles que l'on emploie pour écraser les fruits à cidre dans certaines provinces.

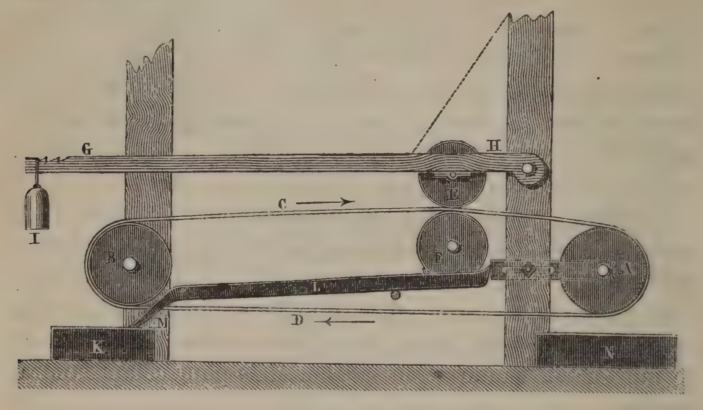
A côté des cylindres lamineurs viennent se placer les cylindres à *pression continue*. On connaît assez la presse continue à cylindre de Pecqueur, qui a été employée dans plusieurs usines, mais qui ne peut servir que pour les pulpes.

Lorsque la matière divisée sort de la râpe, elle s'introduit dans un corps de pompe dont le piston la pousse entre deux laminoirs creux, percés de trous et recouverts d'une toile métallique.

Malheureusement, la matière n'est pas épuisée par cet appareil, parce que son action n'est pas assez lente pour que le jus ait le temps de s'écouler.

L'idée des appareils à pression continue est loin d'être neuve et, dès 1812, on présenta à la société d'encouragement une presse de ce genre, dont la figure 33 donne les principaux détails. A et B sont deux cylindres de renvoi, portant une toile sans fin CD, en gros fil retors, bordée de deux cordonnets de la grosseur d'une plume à écrire. Les cylindres E et F servent à laminer la pulpe, qui tombe constamment sur la toile sans fin ; F reçoit le mouvement du moteur par la râpe et le transmet à E, qui est monté sur un châssis GH, auquel on adapte des poids I pour augmenter à volonté la pression. Le suc est re-

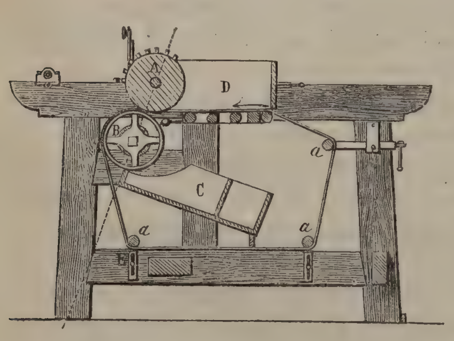
cueilli par une auge en fer-blanc L qui le conduit au réservoir K par une gouttière M, tandis que la pulpe pressée tombe dans la caisse N.



(Fig. 33.)

La pulpe n'est pas épuisée par ce laminage, puisqu'il est nécessaire de la soumettre encore à l'action de la presse à vis ou de la presse hydraulique, et c'est là le côté désavantageux de ces sortes d'appareils, tout aussi bien pour celui-ci que pour celui de M. Pecqueur et les autres qui ont été imaginés.

Il en est encore de même de la presse à cylindre de M. Lauvergnat, dont nous donnons succinctement l'idée sommaire et après l'action de laquelle une bonne presse à choc ou la presse hydraulique peut encore extraire de la pulpe 15 à 20 pour 100 de suc : dans cette presse (fig. 34), le cylindre A, en bois, et le cylindre en fonte B pressent la pulpe qui est fournie à une toile sans fin par la trémie D.



(Fig. 34.)

La toile sans fin est convenablement tendue par plusieurs petits rouleaux, et le jus tombe dans une bâche C, pendant que la pulpe se rend dans une caisse E.

Cette machine, bien que fort intelligemment construite, ne pouvait donner de bons résultats, par la raison qui milite contre les presses à cylindres, en général, et que nous avons indiquée; le rendement en était beaucoup trop faible, et naturellement l'usage en a été abandonné.

Nous ne décrirons pas ici les diverses autres presses *à levier, à coins, à tesson, à choc*, qui ont été plus ou moins usitées pendant la première période de la fabrication indigène, et nous passons à l'étude de la presse hydraulique, après avoir toutefois reproduit un document curieux relativement à la pression des pulpes sucrées, que nous empruntons au *Bulletin de la Société d'encouragement.*

En 1813, M. Isnard[1] communiqua à la Société d'encouragement un mémoire intéressant sur différentes presses employées en sucrerie, et nous croyons devoir le mettre sous les yeux du lecteur, ainsi que le rapport dont il a été l'objet au mois de juillet de cette même année...

« Diverses sortes de presses ont été proposées pour extraire le suc de la betterave réduite en pulpe. Les leviers de toute espèce, la vis, le cric, le coin, l'eau refoulée, ont été mis en jeu, plus ou moins avantageusement, pour atteindre ce but.

Sans discuter en détail les avantages et les inconvénients attachés à chacune de ces presses, nous nous permettrons d'examiner rapidement si, parmi celles qui ont été généralement adoptées, il en est qui satisfassent pleinement aux conditions que requiert une bonne presse à betteraves, et que nous faisons principalement consister :

1° Dans la promptitude et la facilité de son service;

2° Dans la grandeur de son effet de pression;

3° Dans l'économie de sa construction et de son entretien;

4° Dans la sûreté de son service;

5° Dans l'économie du pressurage.

M. Achard, de Berlin, et quelques autres après lui, ont proposé un levier de la deuxième espèce. Cette presse, très-simple et peu dispendieuse, est d'un effet assez prompt. Mais si l'on considère le peu de matière qui peut être soumis chaque fois à la pression et le peu d'effort que développe cette presse, nul doute qu'elle ne soit rejetée par tout fabricant qui se proposera

[1] Directeur de la sucrerie impériale de Strasbourg.

un travail de quelque importance. Pour nous fixer sur son effet de pression, supposons la longueur de son levier de 10 pieds, la distance du point de pression au point d'appui de 2 pieds, admettons que le levier soit baissé par une corde qui se roulerait alentour d'un cabestan dont l'axe aurait 6 pouces de diamètre, que les leviers soient de 4 pieds, soit 200 livres l'effort de deux hommes agissant sur les bras du cabestan, on trouvera que, déduction non faite du frottement, l'effet résultant n'est que de 8,000 livres, effet insuffisant pour extraire tout le suc de la betterave que l'on soumet à la pression.

Le même genre de presse a été adopté par quelques fabricants. Seulement, au lieu de baisser le levier par le moyen d'un cabestan, ils l'ont baissé par le moyen d'une vis en bois et ont ainsi converti cette presse, d'abord si simple, en un grand pressoir à tesson, par l'obligation où ils se sont trouvés de renforcer toutes les pièces qui le composent. Mais autant la presse de M. Achard est simple et facile à construire et à manœuvrer, autant le pressoir à tesson est volumineux, dispendieux à établir et incommode à faire agir.

Si l'on considère d'ailleurs le temps considérable qu'il faut pour baisser le levier au moyen de la vis, celui qu'il faut pour le lever, et qui est presque entièrement perdu pour le travail, on conviendra que ce pressoir est loin d'être aussi avantageux qu'il le paraît d'abord. Examinons quel est son effet de pression : supposons que la longueur du levier est de 24 pieds[1], que le pas de vis est de 3 pouces, que la longueur du levier appliqué à la vis est de 3 pieds, et que l'effort de deux hommes employés à faire tourner la vis est de 200 livres : l'effort de pression résultant sera de 172,800 livres, déduction non faite du frottement, qui est très-considérable dans une vis en bois. M. Achard, qui a senti de quel avantage serait une bonne presse pour la fabrication en grand du sucre de betterave, a proposé, dans son grand ouvrage sur le sucre européen, une machine gigantesque. Nous n'entreprendrons point de la décrire, puisque, de son avis même, cette machine n'est nullement avantageuse, et qu'il s'est vu forcé d'y renoncer dès la première année de sa fabrication, ainsi que le baron de Koppy, à Crauen ; le baron Lorenz, son beau-fils, près Leipsick ; M. Mohr, à Wachenheim,

[1] La distance du point de pression au point d'appui étant de 2 pieds.

et divers fabricants à Nancy, qui l'avaient fait construire à grands frais l'année dernière. Indépendamment du vice capital de cette presse, qui consiste dans la mauvaise application de la force motrice, elle devait être encore rejetée comme étant d'une construction trop embarrassante et surtout trop dispendieuse.

Quelques fabricants ont fait usage du cric ; mais ils n'ont pas tardé à renoncer à cette machine, dont l'effet est très-limité, et qui demande de fréquentes réparations. D'autres, mieux instruits de l'effet qu'on pouvait obtenir du cric, n'ont soumis la pulpe de la betterave à son effort que pour en extraire le premier suc, qui s'échappe facilement, et ont soumis ensuite la pulpe à moitié pressée à l'action du pressoir à vis en fer. Mais de grands inconvénients devaient résulter de cette manière de procéder, qui exigeait une dépense double pour l'achat des presses, un emplacement considérable et surtout une main-d'œuvre très-grande pour placer et déplacer quatre fois la matière, ce qui, dans toute autre presse, n'eût exigé que la moitié du travail.

La presse hydraulique a été employée par quelques fabricants qui, ne redoutant aucune dépense, n'ont vu dans cette machine que son dernier effet, sans réfléchir aux inconvénients qu'elle présentait dans le travail continu, et l'on peut même dire forcé, d'une fabrique de sucre. En effet, n'a-t-on pas à craindre que le piston du corps de pompe, que les différentes soupapes, en opérant plus de cent fois par jour et pendant plus de cent jours, ne s'usent bientôt, sinon totalement, du moins en partie ? et ne doit-on pas craindre d'être arrêté dans le travail ? Peut-on se promettre d'avoir à sa portée un ouvrier assez habile pour remédier sur-le-champ au moindre dérangement de cette presse délicate ? Mais quand ces inconvénients ne se joindraient pas à celui de l'excessive cherté de cette presse, on peut assurer que son effet de pression est bien au-dessous de celui qu'ont avancé quelques personnes qui, sans doute, avaient des motifs pour se faire illusion. Que l'on se reporte à la page 112 du *Traité des machines*, de M. Hachette : on trouve que, dans la presse hydraulique qu'il décrit, la pression exercée par un homme sur la tête du piston n'est que d'environ 27,188 livres. Il est vrai que la presse hydraulique peut être construite de manière à développer une plus forte pression ;

mais fût-elle double, elle serait bien au-dessous de ce qu'on a avancé sur son effet.

Un autre inconvénient que l'auteur croit reconnaître à la presse hydraulique est la perte de temps qui résulte de sa disposition, laquelle ne permet pas à l'ouvrier d'accélérer le mouvement du levier en proportion du peu de résistance que lui offre la matière.

Les cylindres, employés aux îles avec tant d'avantage pour écraser la canne à sucre, ont dû faire naître l'idée d'appliquer ce moyen de pression aux betteraves. Nous ignorons quels succès ont eus les divers cylindres proposés à cette fin ; mais, d'après ses expériences, M. Isnard croit entrevoir de grandes difficultés à surmonter pour obtenir un résultat avantageux de ce genre de presse. Nul doute que la pression continue qu'exercera cette presse ne soit des plus favorables ; mais le peu de succès des cylindres de M. Achard, qui agissaient avec un effort de plus de 10,000 livres, et qui étaient placés d'une manière favorable pour faciliter l'écoulement du suc, est fait pour inspirer quelques craintes sur la bonté des presses de ce genre.

La presse qui a été le plus généralement employée est la presse à vis ; il est certain que cette machine présente les plus grands avantages, et que, bien appropriée à l'usage auquel on la destine, elle remplira parfaitement son objet.

On trouve réuni dans la vis en fer forgé, à la solidité la plus grande, le moyen de développer la force la plus considérable. Pourquoi faut-il que généralement la disposition de cette machine soit si peu favorable qu'elle consomme en pure perte plus de la moitié du temps employé au service, et que la matière soumise à son action soit si mal disposée que le pressurage n'en puisse jamais être complet ?

Arrêtons-nous un moment à examiner le travail qui s'opère sur une presse à vis ; car c'est en réfléchissant à ce qu'offre de favorable et de défectueux ce genre de presse, que M. Isnard a conçu et fait exécuter la presse continue à double effet. Dans les presses à vis qui sont employées dans les fabriques de sucre de betterave, la pulpe est placée dans un encadrement de planches percées de plusieurs trous, ou dans un panier de forts brins d'osier. L'obligation où l'on se trouve de contenir la pulpe, dans la crainte qu'elle ne s'affaisse, ne permet pas d'autres dispositions, à moins qu'on ne fasse usage de sacs ;

mais tous ceux qui s'en sont servi conviendront sans difficulté que ce moyen est dispendieux et peu profitable. La pulpe se trouve comprimée entre le banc de la presse et le plateau de la vis, qui ne présentent aucune issue au suc ; ce suc n'a donc d'autre moyen de s'écouler que par les faces latérales. Mais comment espérer que tout le suc puisse s'écouler ainsi ? A mesure que la pression augmente, la partie solide de la pulpe se comprime, se rapproche et présente bientôt un obstacle tel que le suc ne peut plus le franchir.

Si l'on a fait bien attention à ce qui se passe dans cette circonstance, on a dû remarquer qu'arrivé à un certain degré de pression, l'écoulement cesse tout à coup, et, quelque effort que l'on fasse, on ne parvient plus à obtenir de suc. On se tromperait beaucoup si l'on croyait qu'alors la pression de la masse totale est complète : elle ne l'est qu'aux extrémités, qui ont pu laisser échapper facilement leur suc ; aussi a-t-on besoin d'ouvrir la presse, de ramener au centre les extrémités pressées et de recommencer l'opération. Mais quelle perte de temps n'entraîne pas un pareil travail, et quelle main-d'œuvre n'exige-t-il pas ? Sous ce rapport, cette presse est déjà bien défectueuse ; mais ce n'est pas là son moindre défaut, car celui de la perte de temps qu'entraîne la disposition verticale de la presse mue par un levier qu'on est obligé de tirer par un cabestan n'est guère moindre ; et en assurant qu'on ne gagne pour la pression que le tiers du temps employé au service de la vis, ce n'est pas trop rabattre de son effet. Tous ceux qui ont fait usage de ce moyen de pression conviendront encore qu'il faut perdre presque autant de temps pour desserrer la vis, charger et décharger la presse, que pour opérer la pression : la vis n'opère donc la pression que pendant la moitié du temps employé au travail de la presse. De plus, la vis exigeant l'emploi d'un levier pour développer une grande pression, et ce levier devant nécessairement faire une marche rétrograde à chaque quart de révolution, pour être placé de nouveau à la tête de la vis, il résulte de là qu'il se trouve un temps où la pression ne s'opère pas, égal à celui où la vis agit, sans compter que l'inertie que l'on a à vaincre à chaque nouveau mouvement de la vis consomme une partie de la force employée.

Si l'on s'attache à considérer les presses à vis sous les rapports économiques, soit de construction, soit d'entretien et de

main-d'œuvre, on ne les trouve guère moins défavorables. En admettant qu'une forte presse agisse sur 200 livres de pulpe à la fois, et qu'une demi-heure soit nécessaire pour en opérer la pression, on trouvera que, pour une fabrique qui aurait à exploiter 24,000 livres de betteraves par jour, il faudrait six presses qui ne coûteraient guère moins de 8,000 à 9,000 francs, et qui exigeraient des réparations annuelles considérables.

Si l'on admet que deux ouvriers sont nécessaires pour le prompt service d'une pareille presse, il en résulte qu'il faut douze ouvriers pour cette opération, ce qui la rend presque onéreuse au fabricant.

L'un des avantages de la vis en fer, avantage qui a engagé M. Isnard à lui donner la préférence sur toute autre, c'est l'effet qu'elle est susceptible de développer, effet que l'on est loin d'obtenir dans une presse ordinaire, quelque grands et dangereux que soient les efforts faits au moyen d'un cabestan : nous disons dangereux, car un accident fâcheux, arrivé cette année dans la fabrique de M. Isnard, a prouvé combien était à craindre la tension trop forte d'un câble et quels malheurs peut occasionner sa rupture.

Pour fixer les idées sur l'effet de pression dont est susceptible une forte presse à vis, supposons le pas de vis en fer d'un pouce, la longueur du levier de 3 pieds; l'effort de deux hommes au cabestan de 160 livres; on trouvera que la pression exercée par le plateau sera de 138,240 livres (pour simplifier les calculs, on a toujours supposé le rapport du diamètre à la circonférence de 1 à 3), déduction non faite du frottement; effort bien supérieur à celui de toute autre presse, mais qui n'est guère que la moitié de celui que deux hommes peuvent facilement développer sur la presse continue, déduction faite du frottement.

Pénétré des avantages que réunissait la vis en fer forgé, c'est à cette machine que M. Isnard a donné la préférence pour la presse qu'il a fait construire, presse qui lui a été fort avantageuse, ainsi qu'à MM. Blaize, qui l'ont adopté en 1812 dans leur fabrique de Nancy. Il en a depuis fait construire pour ces fabricants une seconde, propre à travailler 30,000 livres pesant par jour, et destinée à être employée cette année dans leur fabrique à Toul.

Si la presse que l'on va décrire n'offre rien de nouveau dans

ses détails et dans les différentes pièces qui la composent, on ne pourra du moins refuser à l'auteur le mérite de l'avoir disposée d'une manière telle, qu'il en résulte tous les avantages que l'on est en droit d'exiger d'une bonne presse.

1° Promptitude et facilité du service, la vis n'étant aucun instant sans presser, soit qu'elle aille de gauche à droite, ou de droite à gauche.

2° Effet de pression considérable, puisqu'il peut s'élever, déduction faite du frottement, à plus de 600,000 livres.

3° Economie de construction, cette presse remplissant l'office de six autres, et ne coûtant que 2,000 francs.

4° Sûreté de service, aucune pièce ne pouvant éprouver de fracture, et par suite occasionner d'accident.

5° Enfin, économie du pressurage ; trois ouvriers peuvent travailler de 24,000 à 30,000 livres de pulpe en dix heures, et obtenir tout le suc que l'on est en droit d'en attendre, la disposition étant des plus favorables pour son écoulement.

Construction de la presse continue à double effet. — La presse continue se compose de deux jumelles de bois de chêne de 12 pieds de long, 26 pouces de hauteur, et 6 pouces d'épaisseur, posées sur champ, distantes l'une de l'autre de 26 pouces. Elles sont jointes ensemble par quatre madriers de chêne, dont deux sont posés à 12 pouces des extrémités des jumelles, et deux à 4 pouces de leur centre. Par cette disposition, cette charpente forme deux encadrements de presse, l'un à droite, l'autre à gauche du centre des jumelles, ayant 36 pouces de longueur, 26 pouces de hauteur, et 26 pouces de largeur.

Une vis en fer forgé, de 63 pouces de longueur, traverse les deux madriers du milieu par leur centre ; et son écrou, qui est en cuivre, est retenu entre l'intervalle de 8 pouces que laissent entre eux les deux madriers du centre. Cette vis porte à chacune de ses extrémités un fort plateau de chêne, ayant exactement les mêmes dimensions que l'encadrement dans lequel il se trouve. L'écrou de la vis est entouré de deux disques de fer, de 24 pouces de diamètre, ajustés le plus solidement possible à l'écrou. Ils sont distants de 4 pouces, et retiennent entre eux une gorge en cuivre taillée en pas de vis sans fin, qui s'ajuste dans cette gorge et a ses deux points d'appui sur l'une et l'autre jumelle.

Par un mécanisme très-simple, mais plus facile à compren-

dre par l'inspection du modèle qu'à décrire, la vis sans fin peut à volonté s'ajuster dans la gorge de cuivre ou en être dégagée.

L'un des disques en fer qui entourent l'écrou est garni dans tout son contour de dents en fer, qui s'engrènent dans une lanterne conique de même métal, dont l'un des axes se prolonge extérieurement à l'une des jumelles. Cet axe, ainsi que celui de la vis sans fin, est taillé de manière à recevoir cette manivelle.

Pour placer la pulpe de la manière la plus favorable pour laisser écouler le suc, on a posé de distance en distance des jumelles une planche percée de plusieurs trous. Les deux encadrements de presse sont divisés en quatre compartiments par trois planches de chêne, portant sur les lattes qui sont au bas des deux encadrements, lesquelles lattes ont leur point d'appui sur les traverses qui maintiennent toute la presse à 10 pouces de distance de la table doublée en plomb, sur laquelle tombe le suc, qui s'écoule au moyen de la pente qu'on lui a ménagée.

Dans chacun des compartiments, on a adapté un sac, fait avec des ficelles fortes et peu serrées. Par cette disposition, on voit déjà que le suc peut trouver son écoulement par le haut, le bas et les faces latérales du compartiment.

Restait à procurer l'écoulement au suc par les grandes surfaces où la pression s'opère. C'est ce qui a été fait de la manière la plus avantageuse, en appliquant une natte faite avec de forts brins d'osier entre chaque sac et les deux planches correspondantes.

Par ce moyen, quelque grande que puisse être la pression, il reste toujours un passage facile au suc, puisque le sac ne peut adhérer aux planches de séparation.

Telle est, en peu de mots, la construction de la presse continue à double effet, presse aussi solide dans son ensemble que simple dans ses détails.

Manœuvre de la presse. — Lorsqu'on veut faire manœuvrer la presse, on commence par rapprocher l'un des plateaux de pression jusqu'au madrier du centre de correspondance, et au moyen de quatre sangles qui réunissent par les côtés les quatre planches de séparation, ces planches prennent d'elles-mêmes leur position à 8 pouces de distance. On place alors dans chacun des intervalles qu'elles laissent un sac vide, que

l'on remplit à mesure de 150 à 160 livres de pulpe, et on replie sur lui-même l'excédant de la toile que l'on a ménagée à chacun des sacs : par ce moyen la matière se trouve suffisamment maintenue. Pour que les sacs ne descendent pas jusqu'à la grille de l'encadrement par l'extension que prend la pulpe au commencement de la pression, on a fixé, d'une planche à l'autre, et au-dessous des sacs, des sangles qui les maintiennent à une hauteur convenable. Les sacs étant remplis, on dégage la vis sans fin : un ouvrier porte la manivelle à l'axe de la lanterne et commence à agir. Quatre-vingt-dix tours sont suffisants pour faire avancer la vis de seize pouces. A ce degré de pression, un ouvrier étant insuffisant pour agir avec célérité, quoiqu'il puisse facilement développer un effort de 15,000 livres, il porte la manivelle à la vis sans fin, assujettit celle-ci dans la gorge, et continue le même mouvement.

A mesure que la vis marche de gauche à droite (nous supposons qu'on a chargé l'encadrement de droite le premier), un autre ouvrier place les sacs de gauche dans les compartiments, qui se disposent d'eux-mêmes par le moyen des sangles ; et le troisième ouvrier les remplit, ayant soin de commencer par celui qui est le plus éloigné du madrier du centre.

Le temps pour remplir les trois premiers sacs a été suffisant pour que l'ouvrier qui communiquait le mouvement à la grande vis, par le moyen de la vis sans fin, n'ait plus que 3 ou 4 pouces de vis à développer de gauche à droite pour que la pression soit complète ; mais comme, à ce point de pression, la résistance qu'offre la matière est très-grande, et qu'un dernier et grand effort devient nécessaire, le deuxième ouvrier, qui a déjà placé son quatrième sac, se porte à la manivelle ; et, conjointement avec l'ouvrier qui y était, il exerce pendant trois ou quatre minutes un effort de pression de plus de 600,000 livres, déduction faite de tout frottement : effet, comme l'on voit, bien supérieur à celui de toute autre presse, et plus que suffisant pour dessécher complétement la pulpe qui sort de cette presse en gâteaux semblables à ceux des huiliers de colza.

L'effet de 600,000 livres paraîtra peut-être exagéré, dit l'auteur ; mais, étant évalué d'après les principes les plus simples de la statique, il croit devoir en présenter le calcul.

La vis en fer ayant un pouce de pas, le levier qui agit sur

l'écrou ayant 12 pouces de longueur et le pas de la vis sans fin 1 pouce, le rayon de la manivelle 12 pouces, supposons que l'effort de deux ouvriers, pendant les trois ou quatre minutes seulement qu'ils ont à développer le dernier effort, agisse avec une force de 160 livres, on trouvera que l'expression de la force pour faire équilibre est de : *circonférence* $\frac{24}{1} \times$ *circonférence* $\frac{24}{1} \times$ 160 livres = 829,440 livres. Si l'on admet que, par les différents frottements, on éprouve la perte d'un quart de l'effet développé, il en résultera toujours que l'effet de pression exercé sur la matière sera de 622,000 livres.

On a dit que, dans chaque sac, on mettait de 150 à 160 livres de pulpe ; chaque charge se composera donc au minimum de 600 livres ; trois minutes sont suffisantes, au moyen de la lanterne, pour faire avancer la vis de 16 pouces ; cinq minutes sont encore plus que suffisantes pour la faire avancer de 5 autres pouces, et trois ou quatre minutes sont nécessaires pour opérer la dernière pression.

Comme il n'est aucun instant de perdu au moyen de cette presse ; que les ouvriers, sans avoir jamais un travail forcé, ont constamment à agir, on peut admettre quatre pressées par heure. M. Isnard en a toujours fait plus de cinq, et MM. Blaize en ont fait trois par heure : ce sera donc 24,000 livres de pulpe par heure, et pendant dix heures 240,000 livres au minimum.

Si l'on examine attentivement la disposition de cette presse, on ne pourra se refuser de convenir qu'il en est peu qui présentent une sûreté plus grande dans le service ; l'on n'a à craindre nulle rupture de câble ni de levier, et la vis sans fin ou toute autre pièce dût-elle même éprouver un accident, il ne pourrait être dangereux pour les ouvriers, toutes ces pièces étant renfermées.

Dans sa construction, cette presse n'est pas moins solide ; des jumelles de 6 pouces d'épaisseur, assujetties en quatre points par des madriers de 10 pouces et seulement de 20 pouces de longueur, offrent une solidité bien supérieure à celle des autres presses, dans lesquelles l'on exige souvent des différentes pièces qui les composent presque tout l'effort dont elles sont capables. Enfin, cette presse, qui a été si avantageuse à M. Isnard, ainsi qu'à MM. Blaize, de Nancy, qui ont exploité

chaque matinée 17,000 livres de betteraves, offre encore le bien grand avantage d'être peu dispendieuse. »

Nous n'avons parlé avec tant de détails de la presse continue à double effet de M. Isnard, que parce qu'elle a été autrefois l'objet d'éloges exagérés. Son action était aussi incomplète que celle des autres presses, et aujourd'hui elle est tombée en désuétude : nous nous dispenserons d'en reproduire la figure. Il convient de remarquer, cependant, qu'à l'époque dont nous parlons, aussi bien que de nos jours, on ne manquait pas de raisons spécieuses pour critiquer les inventions et appareils d'autrui, lorsque l'on avait soi-même quelque spécialité à faire valoir. M. Isnard nous en fournit une preuve, lorsque, dans l'intérêt de sa presse continue, il fait si bon marché de la presse hydraulique et de toutes les presses possibles.

Presse hydraulique. — C'est à l'illustre Pascal que l'industrie est redevable de la première idée d'appliquer la puissance de l'eau à l'augmentation de la force des presses. On lit, en effet, dans son *Traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air*, dont la deuxième édition a été publiée il y a près de deux siècles (1664), le passage suivant :

« Si un vaisseau plein d'eau, clos de toutes parts, a deux ouvertures, l'une centuple de l'autre, en mettant à chacune un piston qui lui soit juste, un homme poussant le petit piston égalera la force de cent hommes qui pousseront celui qui est cent fois plus large, et en surmontera quatre-vingt-dix-neuf autres.

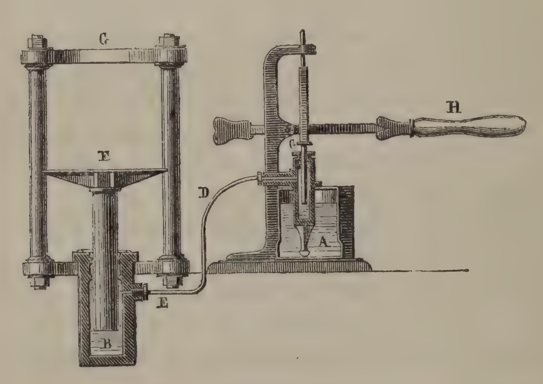
« Et quelque proportion qu'aient ces ouvertures, si les forces qu'on mettra sur les pistons sont comme les ouvertures, elles seront en équilibre ; d'où il paraît qu'un vaisseau plein d'eau est un nouveau principe de mécanique et une machine nouvelle pour multiplier les forces à tel degré qu'on voudra, puisqu'un homme par ce moyen pourra enlever tel fardeau qu'on lui proposera. »

Ainsi, si nous supposons au petit piston une section 1 et au grand une section 1,000, la pression exercée sur le petit piston se transmettra mille fois plus grande au grand piston, et un poids de 1 kilogramme, par exemple, placé sur le petit piston, exercera sur le grand une pression de 1,000 kilogrammes.

Le grand homme profita de cette loi pour exercer d'énormes

effets avec une très-petite force, et il inventa la *presse hydraulique.*

Cette presse a été modifiée, quant à la forme, relativement à la puissance qui agit sur le petit piston, etc.; mais, quelle qu'elle soit, elle est toujours conforme aux principes posés par Pascal. Elle se compose essentiellement de trois parties importantes : un réservoir à eau, une petite pompe et un vase où se meut un large piston ascendant sous la pression de l'eau injectée par la petite pompe. La figure 35 représente une presse hydraulique ordinaire, dont les détails suffiront à faire comprendre cet appareil aussi ingénieux qu'utile, qui a déjà rendu aux nombreuses branches de l'industrie les services les plus importants.



(Fig. 35.)

Un bras de levier H met en mouvement le piston C, qui fait passer l'eau du réservoir A par le conduit DE dans le réservoir B. Cette eau soulève le piston surmonté du plateau F, et les objets dont ce plateau est chargé sont comprimés contre l'obstacle fixe G.

Conformément à la loi de Pascal, vérifiée par l'expérience journalière, la pression obtenue en G sera à la puissance agissant sur le levier H comme le grand piston est au petit.

Supposant donc le grand piston d'une section de $78^{c},54$ pour un diamètre de $0^{m},10$, et, d'autre part, la section du petit piston étant égale à $4^{c},52$ pour un diamètre de $0^{m},024$, la force du petit piston se multipliera sur le grand dans le rapport de ces sections. Admettons que cette puissance agissante

soit de 12 kilogrammes et que la longueur du levier multiplie cette force par 10, nous aurons une action de 120 kilogrammes sur le petit piston. La pression exercée entre F et G, sur le corps comprimé, nous sera donnée par la proportion :

$$4,52 : 78,54 :: 120 : x = 2085,133.$$

Ainsi, une force initiale de 12 kilogrammes, décuplée par l'effet du levier, donnera une pression de 2,085 kilogrammes. Une puissance de 100 kilogrammes décuplée également par le levier donnerait une pression de 17,370 kilogrammes. On comprend aisément les immenses effets de pression que l'on peut obtenir avec la presse hydraulique, puisque, pour les multiplier, il ne s'agit que d'augmenter le rapport entre les pistons, ou d'augmenter la puissance active directement ou par l'effet de levier, ou encore de combiner ensemble toutes ces causes d'action [1].

Le principe de Pascal fut mis en pratique par Bramah, en Angleterre, vers 1796, et les presses hydrauliques de cet inventeur furent importées en France par MM. Périer et de Bétancourt. Malgré l'opinion contraire de M. Isnard, qui devait préférer sa presse à toutes les autres, selon la tendance ordinaire de l'humanité, la presse hydraulique est généralement adoptée, sauf dans quelques fabriques peu considérables, où l'on se sert de *presses à vis* ou *à choc*.

Dans les grands établissements, les presses hydrauliques sont mises en mouvement par le moteur de la fabrique, pour économiser le travail de main-d'œuvre et obtenir des effets plus considérables. Il n'est pas rare que la pression exercée sur les pulpes sucrées s'élève à un demi-million de kilogrammes et même au delà de ce chiffre.

Nous étudierons plus loin la manœuvre que l'on exécute pour charger la presse hydraulique et la faire fonctionner, lorsque nous traiterons de la fabrication du sucre de betteraves.

Observation. — Quelque parfaite que soit la pression opérée par les laminoirs, les cylindres ou les presses, elle ne peut extraire toute la matière sucrée de la substance saccharifère.

[1] Soit n le rapport entre les sections des pistons, m la force appliquée et r l'effet de levier, on trouvera pour la pression obtenue sur le grand piston, ou pour la valeur x, qu'il faut résoudre l'équation $n \times m \times r$ ou $nmr = x$.

Elle ne le pourrait pas même si toutes les cellules du tissu végétal étaient parfaitement déchirées : à plus forte raison, le résultat ne peut-il être atteint dans le cas contraire. Nous ne parlons pas ici de la canne, dont le traitement est si arriéré, quant à l'extraction du jus, qu'elle ne peut pas être mise en question, mais cette proposition n'en est pas moins exacte pour les pulpes sucrées. Cette observation est tout aussi rigoureuse pour les divers modes de *lévigation* et d'extraction dont il nous reste à parler, avant d'aborder l'étude de la *macération*. Un lavage, quel qu'il soit, ne peut enlever que le sucre isolé, à moins que le liquide ne reste assez longtemps en contact avec la matière saccharine pour que l'opération équivaille à une véritable macération.

Méthodes de déplacement. — Ces méthodes consistent essentiellement, comme l'expression de *déplacement* l'indique assez bien, à chasser la séve sucrée des matières saccharines en y substituant de l'eau. Cette idée, jointe à celle de la macération, nous semble être la base d'un procédé rationnel, qui serait susceptible de s'appliquer à toutes les matières sacchariféres. Supposons, en effet, que la substance à traiter soit dans un état de division ou de contusion suffisant ; admettons que l'eau puisse pénétrer dans les cellules végétales et en éliminer partiellement le contenu, en s'y substituant, il nous sera facile de concevoir qu'après un certain nombre de traitements semblables tout le sucre sera éliminé, toute la séve sucrée sera extraite et remplacée par de l'eau, à une très-minime fraction près.

Or, tous les termes de ce problème sont connus et parfaitement définis aujourd'hui, et il ne manque plus, pour atteindre le résultat si désirable dont nous parlons, que de posséder des machines et appareils pouvant fournir à l'appréciation une production économique. On a tenté plusieurs essais dans ce but, et il est probable qu'avant peu l'industrie sucrière sera dotée d'un appareil à déplacer, réunissant les qualités de ceux qu'on a essayés et débarrassé de leurs défauts. Ce serait un pas immense vers le progrès ; car le travail des presses les plus parfaites laisse encore beaucoup à désirer sous plusieurs rapports.

Lévigateur Pelletan. — L'appareil de M. Pelletan, présenté

en 1837 à l'Académie des sciences, se compose d'une vis d'Archimède en fragments séparés et criblés de trous et plongeant dans une caisse rectangulaire. Cette vis est inclinée ; la pulpe y entre par la partie inférieure et va à la rencontre d'eau de moins en moins chargée de sucre, jusqu'à ce qu'elle soit épuisée par l'eau pure qui pénètre à la partie supérieure.

Cet appareil donne de bons résultats, et nous pouvons transcrire ici les paroles de l'auteur lui-même. « Ce nouveau moyen présente les avantages suivants : un seul appareil donne un travail de 24,000 à 25,000 kilogrammes de betteraves par jour ; il fonctionne à l'aide d'une faible puissance et n'exige que l'intervention d'un seul ouvrier, au lieu de quatorze qu'exigeaient les presses hydrostatiques ; il donne 25 pour 100 de jus de plus que les presses ; la pulpe et le jus traités à froid d'une manière continue n'éprouvent aucune espèce d'altération ; les liquides qu'on en obtient sont à peine colorés, se traitent beaucoup mieux que les jus ordinaires, et donnent, du premier jet, de très-beaux sucres qui n'ont pas même la saveur de la betterave. »

Nous croyons aussi que le lévigateur, conforme aux principes les plus rationnels, doit épuiser la pulpe de tout le *sucre libre* et que cet appareil mérite d'être conservé dans la pratique.

Déplacement du liquide sucré, par MM. Huard et Fonju. — De la pulpe tassée légèrement dans une cuve de forme quelconque, munie d'une claie qui lui sert de faux fond, reçoit de l'eau fraîche qui traverse la matière, et sort avec une densité décroissante...; les liquides les plus denses sont envoyés à la défécation et les solutions plus faibles repassent sur de nouvelle pulpe, jusqu'à ce qu'ils soient suffisamment chargés.

Ce procédé est incomplet ; il agit sous la pression ordinaire de l'air et n'a pas assez de puissance pour en compenser la lenteur ; il n'a pas été sanctionné par la pratique.

Filtres-presses. — On lit dans l'exellente brochure de M. Baudrimont : « Il est à peu près bien établi que la betterave râpée en pulpe fine peut abandonner facilement les principes solubles à l'eau à la température ordinaire. Il y a neuf ans que j'ai tenté de soumettre la pulpe à l'action de l'eau sous l'influence d'une certaine pression, afin de l'épuiser plus facilement. Pour cela, j'ai fait usage de *filtres-presses* analogues à ceux du comte

Réal. Cet appareil réunissant ensemble la lévigation, la filtration et la pression, il est bien évident qu'il permettrait de pratiquer la macération de la manière la plus avantageuse.

« Les expériences ont été tentées sous des pressions très-variables. La pulpe étant soumise à la pression d'une faible colonne d'eau, dans un vase cylindrique de $0^m,12$ de diamètre, l'écoulement du liquide avait lieu fort lentement, on obtenait d'abord les deux tiers environ du suc non mélangé d'eau. Le reste du suc diminuait graduellement de densité et ne cessait d'être sucré que lorsqu'il était mêlé à quatre fois autant d'eau. C'est-à-dire que pour épuiser la betterave en une seule opération, il faut que le suc soit mêlé avec un volume d'eau égal au sien. L'opération durait quelquefois douze heures. Sous une pression de 6 mètres d'eau, dans le même filtre, la pulpe était épuisée en une demi-heure et n'employait qu'un volume d'eau égal à la moitié du sien. Ce résultat donnait lieu d'espérer qu'à l'aide d'une pression plus considérable, il serait possible d'obtenir un résultat plus avantageux. Pour cela, je fis construire un appareil muni d'une pompe foulante, à l'aide duquel je pouvais obtenir facilement une pression de quinze à vingt atmosphères.

« La pulpe de betterave, dans un appareil ainsi disposé, donna environ les trois quarts du suc qu'elle renfermait, sans qu'il fût mélangé avec de l'eau. Le dernier quart coula mêlé avec une quantité d'eau qui lui était égale, c'est-à-dire que, pour épuiser une certaine quantité de pulpe de betterave, il n'a fallu employer qu'un volume d'eau qui était égal au quart de volume du suc qu'elle devait contenir. L'épuisement fut complet, puisque la pulpe ainsi épuisée fut conservée en contact avec de l'eau, à une température de $+15^0$ à $+16^0$, sans présenter la moindre apparence de fermentation, ce qui n'aurait pas manqué d'avoir lieu s'il y était resté la moindre partie de sucre.

« Dans ces expériences, on remarqua un fait curieux et particulier à la betterave ; à mesure que la pulpe s'épuisait de suc, par son mélange avec de l'eau, sa saveur sucrée diminuait graduellement et devenait nulle ; mais alors elle prenait une saveur poivrée qui allait en augmentant jusqu'au point de devenir fort désagréable. Ce fait pourrait s'expliquer par la différence qui existerait entre la solubilité du sucre et celle de la

matière âcre, en admettant toutefois que la saveur particulière de la matière âcre était d'abord en partie masquée par la saveur sucrée.

« De nouvelles expériences sous une pression beaucoup plus forte furent alors tentées chez M. Martin, en injectant l'eau dans l'appareil avec la pompe foulante d'une presse hydraulique mue par une machine à vapeur. La pression fut si grande et opéra si rapidement, que l'eau fit l'office d'un simple piston qui comprima la pulpe et lui fit perdre le suc qu'elle renfermait, comme aurait pu le faire une simple pression. La pulpe de la partie inférieure était épuisée avant que l'eau pût la joindre ; elle s'aggloméra et opposa bientôt une barrière invincible à l'écoulement.

« On peut conclure des expériences qui précèdent, que, dans l'action du *filtre-presse*, il ne peut pas y avoir déplacement parfait d'un liquide par un autre, sans mélange ; qu'il faut d'autant moins de temps, et d'autant moins d'eau pour l'épuisement d'une substance, que l'on emploie une pression plus considérable ; qu'il existe cependant une limite à l'action de ces sortes d'instruments, et que cette limite est déterminée par l'écoulement trop rapide du suc, qui ne permet pas son remplacement par un autre liquide, à cause de la capillarité qui s'y oppose. »

Les principes évoqués par M. Baudrimont ont été plus ou moins heureusement appliqués à la construction de deux autres appareils dont l'un procède par la pression d'une colonne d'air et l'autre par l'action aspirante du vide à la partie inférieure.

Procédé hydro-pneumatique de M. Moreau-Darluc. — Nous extrayons ce qui suit du *Bulletin du cercle de la Presse scientifique* (15 septembre 1858) :

L'appareil de M. Moreau-Darluc, « aussi simple que commode, consiste dans un filtre de forme à peu près semblable à celle des filtres à café généralement employés dans les ménages, mais muni de deux tubes placés : l'un dans la partie inférieure, destiné à l'écoulement du suc ; l'autre, dans la partie supérieure, au moyen duquel l'air qui vient faire pression est introduit dans le filtre.

Pour procéder à l'extraction des sucs, il suffit d'introduire dans le filtre le végétal à traiter, préalablement réduit à l'état

de pâte ou de râpure ténue, sur laquelle on verse ensuite de l'eau en quantité suffisante pour opérer la dissolution ; puis on ferme hermétiquement le filtre, et l'on introduit l'air par le tube supérieur, au moyen d'un soufflet ou d'une pompe. La pression produite par cet air ainsi comprimé force l'eau à chercher une issue par le tube inférieur après avoir traversé la pulpe de la plante, et cette eau chasse ou emporte avec elle *absolument tout le jus* ou la matière soluble que la plante contenait.

Une expérience faite sous les yeux du Cercle sur du sorgho vieux de deux années, et par conséquent moins accessible à l'action dissolvante, a produit un résultat concluant.

Comparé au filtre de M. Réal, le meilleur de tous ceux connus jusqu'à ce jour, et dans lequel la pression se fait au moyen d'une colonne d'eau qui le rend peu portatif, celui de M. Moreau-Darluc paraît infiniment *supérieur*, *plus commode* et *moins coûteux*.

Suivant nous, l'un des principaux avantages de cet appareil gît dans l'emploi de l'eau *froide* [1], qui ne dissout que fort peu des principes étrangers au sucre ; ce résultat permet une défécation plus facile, plus nette, et donne un *vesou* moins altérable, en raison même de l'absence presque totale des agents d'altération. Si l'on traite la canne à sucre, le sorgho, par le procédé de M. Moreau-Darluc, on n'obtient que de l'eau fortement sucrée, presque pure, que l'on peut amener facilement à saturation, et qu'il ne reste plus qu'à concentrer convenablement pour retirer le sucre cristallisé.

Si cet appareil réussissait avec la betterave, la carotte, etc., les opérations de la sucrerie deviendraient incomparablement plus aisées, par la privation presque absolue de ces matières *vomies* par les presses ou les laminoirs, telles que les détritus féculents ou ligneux, les substances résineuses, etc.

Ajoutons que le produit général se trouverait dès aussitôt considérablement augmenté, puisqu'un tel procédé permettrait d'enlever la *presque totalité* de la matière sucrée renfermée dans les tissus saccharifères, ce que l'on n'a pu encore obtenir par aucune autre méthode.

[1] C'est aussi le fond de la pensée de M. Baudrimont dans le passage cité plus haut.

La rapidité des opérations est telle qu'elles n'exigent que quelques minutes (une à cinq minutes en moyenne), et pour édifier plus complétement nos lecteurs, nous transcrivons ici quelques expériences faites le 11 septembre 1854 et qui nous paraissent du plus haut intérêt.

Les matières premières employées étaient des cannes à sucre complétement *acides, piquées des vers,* extraites des fûts de sucre envoyés en France, recueillies parmi les ordures d'une cour de raffinerie, et exposées depuis plusieurs jours au soleil et à la pluie.

On ne pouvait certes se placer dans de plus mauvaises conditions, et le succès sur de semblables matières devait ne plus avoir besoin de commentaires. L'appareil employé avait $0^m,88$ de hauteur sur $0^m,40$ de diamètre.

Première expérience. — On place dans l'appareil $17_k,50$ de ces cannes sèches et 80 litres d'eau froide.

Densité à la sortie du premier jus *à froid*.....	10°	Baumé.
— immédiatement après................	7°	
— pour la première minute............	6°	
— pour la deuxième minute............	5°	
— pour la troisième minute............	4°	
— pour la quatrième minute............	3°	
— pour la cinquième minute...........	2°,5	
— pour la sixième minute..............	2°	

La *densité moyenne* du jus fourni par les 80 litres d'eau a été de 6° Baumé, ce qui est la *densité réelle* des *vesous frais* aux colonies, *après la défécation.*

Deuxième expérience. — On remet 40 litres d'eau sur le marc de l'opération précédente ; le déplacement est obtenu en trois quarts de minute :

Densité pour le premier quart de minute...	2° Baumé.
— pour le troisième quart de minute..	0°

Saveur nulle, le produit n'est que de l'*eau.*

Troisième expérience. — On remet 32 litres d'eau froide sur le marc.

Premier produit, de l'eau à 0° Baumé.
Deuxième produit, de l'eau chargée de *matières colorantes.*

Quatrième expérience. — Enlèvement du marc épuisé et substitution de 20 kilogrammes de cannes neuves (avariées comme

les précédentes). On introduit les 80 litres de jus à 6° Baumé provenant de la première expérience.

Densité	à 1h58'......	12° Baumé.
—	à 1h59'......	11°
—	à 2h	10°
—	à 2h02'......	10°

Extraction de tout le liquide en quatre minutes ; sa densité *moyenne* est de 10° Baumé, et il s'est concentré *à froid* de 4° Baumé.

Cinquième expérience. — Sur le marc, on met le jus de la 2e et de la 3e expérience.

Première minute, sortie d'un jus sucré.
Deuxième minute, sortie d'un jus non sucré, fade et *jaunâtre*.
Densité, 2° Baumé.

Sixième expérience. — Extraction des 20 kilogrammes de marc, et substitution de 3 kilogrammes de nouvelles cannes pour juger de la différence d'action dans le cas de plénitude de l'appareil ou lorsqu'il n'est rempli qu'au *huitième ;* addition de quantité proportionnelle d'eau froide. Le résultat immédiat fut un jus sucré à 10° Baumé.

Septième expérience. — On remet de l'eau sur le marc ; l'extraction donne du jus à 2° Baumé de densité moyenne.

Récapitulation. — On peut résumer ainsi les résultats de ces expériences intéressantes :

Cannes avariées, employées sèches	40 kilogrammes.
Eau froide extraite d'un puits............	160 litres.
Produit en vesou.........................	160 litres.
Densité moyenne.........................	8° Baumé.

Ces faits, dont nous devons la communication à M. Moreau-Darluc, nous paraissent d'un haut intérêt, en ce qui touche la canne et le sorgho ; mais les mêmes résultats se reproduiront-ils sur les pulpes? C'est à l'expérience manufacturière qu'il appartient de décider la question, et, dans le cas de l'affirmative, ce procédé serait appelé à rendre de véritables services. »

Procédé pneumatique de M. Legavrian. — L'auteur de ce procédé place la pulpe sur une toile peu serrée, au fond d'un vase qui offre à sa partie inférieure une communication avec un cylindre où l'on a fait le vide. Lorsqu'on ouvre le robinet de la communication, l'air extérieur pénètre à travers la pulpe et en chasse le jus pour se rendre dans le cylindre.

Ce procédé n'est pas usité dans la pratique ; on doit cependant faire observer qu'il semble susceptible d'heureuses applications dans un grand nombre de circonstances.

Macération des matières saccharifères. — Les divers procédés de lévigation ou de lavage que nous venons de décrire ne peuvent enlever que le sucre libre, interposé entre les particules déchirées des tissus, mais il est absolument impossible d'extraire par leur moyen la matière sucrée renfermée dans les cellules restées intactes. On a cherché à obvier à cet inconvénient par la *macération*, c'est-à-dire par l'action de l'eau, assez longtemps prolongée pour qu'elle se substitue au jus sucré dans l'intérieur des cellules et que celui-ci devienne libre.

Il a été reconnu par divers observateurs que la macération *à froid* ne donne pas de résultats convenables. De son côté, M. Mathieu de Dombasle, qui était fort partisan de la macération, pensait que, *tant que la betterave était vivante*, il était impossible d'en extraire le sucre d'une manière manufacturière par la macération des tranches dans l'eau.

« Lorsque, dit-il, on a détruit le *principe de vie* des betteraves par la dessiccation, la coction ou la congélation, si l'on met les racines découpées en macération dans de l'eau, les forces de l'affinité s'exercent sans obstacle, et la matière sucrée se met en équilibre dans toute la masse formée par le liquide de macération et par le liquide contenu dans les morceaux de racines. »

Quelques auteurs ne voyant partout que des forces chimiques, des affinités, ont révoqué en doute cette influence de la *vitalité*, tout en acceptant comme exact le fait de la difficulté de la macération par l'eau froide. Nous pensons qu'il ne faut par rejeter *à priori* l'explication du célèbre agronome de Roville, et qu'elle a beaucoup plus de portée qu'on n'imagine. Tant que la *force vitale* n'est pas détruite dans une plante ou dans une partie de plante, les cellules conservent avec énergie leur agrégation intercellulaire et s'opposent avec une résistance considérable à tout ce qui peut la troubler. Mais cette agrégation détruite par une cause quelconque, la masse devient inerte, son élasticité d'action disparaît et elle devient perméable aux agents employés, sans que l'affinité chimique ait diminué pour cela.

Voici comment M. de Dombasle exprime les principes de son opération :

« Si l'on expose à l'action de la vapeur de l'eau bouillante des betteraves en tranches de 5 à 7 millimètres (2 à 3 lignes) d'épaisseur, une heure suffit pour détruire le principe vital (ce terme nous paraît exagéré), et la petite quantité de liquide qui se condense est aussi chargée de matière sucrée que le suc contenu dans les racines. Si l'on verse ensuite sur les tranches une quantité d'eau égale à leur propre poids, en maintenant la masse au degré de température de l'eau bouillante, le partage des matières solubles s'opère en moins d'une demi-heure, et l'eau de macération se charge très-approximativement de la moitié de la matière sucrée contenue dans les tranches, de sorte que, si l'on opère sur des betteraves dont le jus marque 8°, on obtiendra un liquide égal en poids aux betteraves marquant 4°. Au moyen d'une seconde macération, avec une égale quantité d'eau, on extrait encore la moitié de la matière sucrée qui reste dans les racines ; il en est de même pour les macérations, ou mieux les infusions suivantes, de sorte qu'après quatre macérations successives, les tranches étant desséchées ne présentent plus qu'environ 3 pour 100 du poids primitif des betteraves. Je suppose que l'on a opéré sur des racines qui, desséchées, entières et sans macération préalable, se seraient réduites à 14 pour 100; on leur a donc enlevé, par les quatre macérations, 11 pour 100 de matière soluble : le résidu est sec et insipide. D'un autre côté, si, après avoir obtenu, par la première macération, un liquide à 4°, on le verse sur de nouvelles tranches déjà soumises à l'action de la vapeur, cette liqueur marquera 6° à la fin de cette infusion ; à la fin d'une troisième, sur de nouvelles tranches, 7°. Il arrive de même si, au lieu d'opérer la coction des tranches par la vapeur d'eau, on leur fait éprouver l'action de la chaleur dans l'eau même. »

Ces principes, conformes à la théorie et à l'observation, présentent cependant des difficultés pratiques qu'il convient d'exposer. On peut admettre deux circonstances principales : la première, relative à l'augmentation de densité de l'eau qui va à la rencontre de nouvelles matières ; la seconde, relative à l'épuisement des matières qui subissent plusieurs macérations successives dans une nouvelle eau.

Supposons que nous versons sur de la betterave une quantité d'eau bouillante égale à celle de l'eau de végétation de cette racine.

Dans une 1re macération, il se fera équilibre dans la masse et l'on retirera du liquide renfermant la moitié des substances solubles de la matière; ce liquide représentera une richesse relative de. 0,50

2e macération de ce liquide sur de nouvelles matières, nouvel équilibre (soit $\frac{1 + 0,50}{2}$), richesse relative du jus soutiré. 0,75

3e macération de ce liquide sur de nouvelles tranches, nouvel équilibre (soit $\frac{1 + 0,75}{2}$), richesse relative du jus soutiré. 0,875

Une 4e opération donnera.	. . . . . .	0,9375
Une 5e —	. . . . . .	0,96875
Une 6e —	. . . . . .	0,984375
Une 7e —	. . . . . .	0,9921875
Une 8e —	. . . . . .	0,99609375
Une 9e —	. . . . . .	0,998046875
Enfin une 10e —	. . . . . .	0,9990234375

En sorte qu'il faudra que le liquide passe dix fois sur de la matière nouvelle pour se charger d'autant de matière soluble, à moins d'un millième près, qu'il en existe dans la betterave ou toute autre substance convenablement divisée.

Si nous suivons maintenant l'épuisement de la matière saccharifère, nous verrons qu'après une première macération elle s'est appauvrie de la moitié de ses principes solubles; elle est donc devenue relativement. 0,50

Dans une 2e opération avec une nouvelle eau, elle devient. 0,25

Résultat de la 3e macération	. . . . . .	0,125
— de la 4e —	. . . . . .	0,0625
— de la 5e —	. . . . . .	0,03125
— de la 6e —	. . . . . .	0,015625
— de la 7e —	. . . . . .	0,0078125
— de la 8e —	. . . . . .	0,00390625
— de la 9e —	. . . . . .	0,001953125
— de la 10e —	. . . . . .	0,0009765625

En sorte qu'après dix macérations dans l'eau, la proportion de celle-ci étant restée la même, la matière saccharine est épuisée, à moins d'un millième près.

Réunissons maintenant les deux éléments, afin de connaître les résultats *pratiques* possibles, et supposons une série de dix appareils disposés de telle façon que la matière nouvelle arrive dans le premier et que l'eau pure arrive dans le dernier, de manière à marcher incessamment au-devant l'un de l'autre, et étudions la question à partir d'une première opération de mise en train. Nous aurons

Première opération.

Eléments.	Richesse du liquide.	Epuisement de la matière.
A, matière à 1,00 et eau.	0,50	0,50
B, matière à 0,50 et eau.	0,25	0,25
C, matière à 0,25 et eau.	0,125	0,125

Ainsi de suite jusqu'au 10e appareil, dont la matière sortira ne retenant plus que 0,0009765625 de ses matières solubles, et où elle abandonnera un liquide dont ce même chiffre indique la richesse.

Deuxième opération.

Eléments.	Richesse du liquide.	Epuisement de la matière.
A, matière à 1,00 et liquide à 0,50	= 0,75	0,75
B, matière à 0,50 et liquide à 0,25	= 0,375	0,375
C, matière à 0,25 et liquide à 0,125	= 0,1875	0,1875
D, matière à 0,125 et liquide à 0,0625	= 0,09375	0,09375

En continuant ainsi et en comptant du point de départ de la première opération, jusqu'à ce que le liquide macérateur soit *saturé* au même point que le jus normal de la plante, on peut dresser le tableau suivant :

Tableau indicateur de la richesse des liquides obtenus et de l'appauvrissement des matières dans un système de 10 appareils.

Nos des cuves.	Valeur ou chiffre représentatif des opérations.									
	1re opération.	2e opération.	3e opération.	4e opération.	5e opération.	6e opération.	7e opération.	8e opération.	9e opération.	10e opération.
A	0,500	0,750	0,875	0,937	0,968	0,984	0,992	0,996	0,998	0,999
B	0,250	0,375	0,437	0,469	0,484	0,492	0,496	0,498	0,499	0,499
C	0,125	0,187	0,219	0,234	0,242	0,246	0,248	0,249	0,249	0,250
D	0,062	0,094	0,109	0,117	0,121	0,123	0,124	0,124	0,125	0,125
E	0,031	0,047	0,055	0,058	0,060	0,061	0,062	0,062	0,062	0,062
F	0,015	0,023	0,027	0,029	0,030	0,031	0.031	0,031	0,031	0,031
G	0,008	0,012	0,014	0,015	0.015	0,015	0,015	0,016	0,016	0,016
H	0,004	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
I	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0.004	0,004	0,004
J	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

Les indications de ce tableau sont faciles à saisir. Les chiffres indiquent à la fois l'appauvrissement de la matière et la richesse acquise par le liquide macérateur ; ainsi, soit à chercher la valeur de la cuve D, à la 8e opération : on trouve que le liquide qui en sort est chargé d'une quantité de matières solubles égale à 0,124 de celle qui est renfermée dans la substance *normale fraîche* à macérer, tandis que la pulpe, etc., qu'on en retire, n'en contient plus que 0,124 de ce qu'elle renfermait primitivement. Elle a ainsi perdu 0,876 ou 87,6 pour 100 des matières solubles qu'elle contenait.

Les chiffres qui précèdent n'ont de valeur qu'autant que l'eau de macération égale en quantité celle qui est contenue dans la plante à traiter.

Il importe de ne pas laisser trop longtemps les substances à macérer avec le liquide, si l'on veut ne pas nuire à la qualité des résultats. M. de Dombasle a trouvé qu'après huit heures de macération on obtenait de beaux produits ; mais qu'après seize heures les sirops obtenus se coloraient davantage, et que la cuite en devenait difficile.

Voici comment opérait cet agronome dans ce qu'il appelait le *virement*. Son *cuvier d'amortissement* était placé plus bas que les autres, lesquels, rangés à la même hauteur, étaient les *cuviers de macération*. Le premier était le *cuvier de tête;* le der-

nier, qui recevait les betteraves épuisées, était le *cuvier de queue*.

Nous laissons parler l'auteur lui-même :

« On met d'abord dans le *cuvier d'amortissement* une charge de betteraves fraîches et de l'eau, mais moins que de betteraves, parce que les tranches cèdent toujours un peu d'eau de végétation, environ de 15 à 20 pour 100 de moins que le poids des betteraves. Dans la mise en train, le cuvier d'amortissement devant recevoir plusieurs fois successivement des tranches fraîches, on ne doit y mettre, en commençant, que la quantité d'eau nécessaire pour que les tranches y soient immergées lorsqu'elles auront été soumises à la coction. On chauffe aussitôt en remuant la masse à plusieurs reprises : on arrête le feu au moment où la masse entre en ébullition, et on laisse la macération s'opérer dans le cuvier couvert, un peu moins d'une demi-heure. Pendant cette macération, on doit remuer quelquefois, mais doucement, les tranches dans le cuvier.

« *Premier virement*. On enlève les tranches du cuvier d'amortissement et on les transporte dans le cuvier de macération le plus voisin ou cuvier A. On verse sur ces tranches une charge d'eau bouillante que l'on avait fait chauffer auparavant dans le cuvier à l'eau froide ; on met enfin dans le cuvier d'amortissement une deuxième charge de betteraves fraîches. Si le jus des betteraves marque 8°, le liquide qui restera dans la chaudière d'amortissement, après l'enlèvement des tranches, marquera environ 5° ; dans la macération avec les nouvelles tranches, le liquide prendra environ 6° 1/2. Quant au cuvier A, les tranches qu'on y a mises marquaient également 5°, et, dans la macération avec l'eau qu'on y a ajoutée, la masse prend environ 2° 1/2.

« *Deuxième virement*. Quand la macération s'est opérée dans le cuvier d'amortissement, c'est-à-dire vingt ou vingt-cinq minutes après que l'ébullition s'y sera manifestée, on transportera les tranches du cuvier A dans le cuvier B qui vient après, et l'on versera dessus une charge d'eau bouillante tirée du cuvier à l'eau froide, que l'on charge aussitôt comme ci-dessus. On transportera les tranches du cuvier d'amortissement dans le cuvier A, et l'on chargera encore le cuvier d'amortissement de tranches fraîches, comme la seconde fois.

« Après la macération de ce troisième chargement, le liquide du cuvier d'amortissement marquera 7° 1/4 ; le cuvier A, qui

était à 2° 1/2, sera porté à 4° 1/2 par la macération des tranches du premier virement. Pour le cuvier B, comme on y a porté des tranches marquant 2° 1/2 et de l'eau pure, la masse se trouvera à environ 1° 1/4.

« *Troisième virement.* On portera dans un troisième cuvier de macération C les tranches du cuvier B, et l'on y versera de l'eau bouillante comme dans les opérations précédentes, en remplissant d'eau froide le cuvier qui porte ce nom et la faisant chauffer promptement. On porte les tranches du cuvier A dans celui B, et celles du cuvier d'amortissement dans le cuvier A. Comme la liqueur du cuvier d'amortissement est déjà assez chargée de sucre pour être travaillée, on n'y met plus de tranches, mais on défèque dans le cuvier même avec la chaux, et, après dix minutes d'ébullition, on soutire dans le cuvier de dépôt.

« *Quatrième virement.* Il doit se faire comme dans les précédents : les tranches du cuvier C passeront dans le cuvier D... »

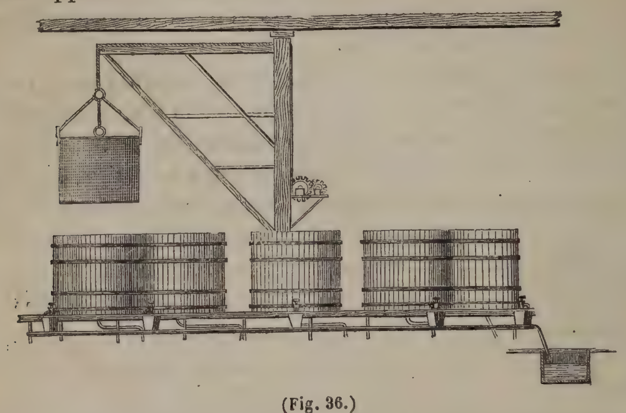
Malgré la vérité théorique qui sert de base au procédé de M. Mathieu de Dombasle, cette méthode ne serait pas applicable aujourd'hui, dans les conditions de rapidité nécessaires à la fabrication actuelle...

M. de Beaujeu créa un appareil consistant en une série de cuviers qui déversent leur liquide les uns dans les autres, à l'aide de tubes recourbés. Cet appareil, assez compliqué et sujet à divers inconvénients résultant de la multiplicité des tuyaux, n'a pas obtenu grande faveur auprès de la fabrication manufacturière. Il repose également sur les principes généraux relatifs à la macération et sur l'emploi de l'eau chaude comme agent spécial.

Nous ne parlerons également que pour mémoire de l'appareil de MM. de Roclincourt et Champonnais, qui consistait en un tube syphoïde, dans lequel on faisait circuler les racines divisées à l'encontre de l'eau ; il en était de même du siphon macérateur de MM. Martin et Champonnais.

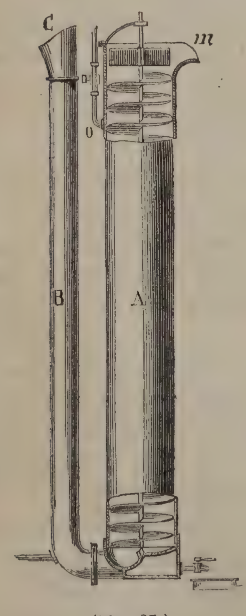
L'*appareil à macération continue* de Delimal, représenté par la figure 36, n'est autre chose qu'une application du *virement* de M. Mathieu de Dombasle. Une grue, placée au centre de dix cuves, dont l'eau peut être chauffée à + 75° ou + 80°, porte alternativement les cossettes dans les cuves selon leur ordre, jusqu'à ce que le liquide tombe à 1° Baumé.

Aucun de ces appareils ne nous paraît être susceptible d'une bonne application manufacturière.



(Fig. 36.)

Macérateur continu à effet constant. — Le macérateur de MM. Hallette et Boucherie (fig. 37) consiste dans un grand cylindre A dans lequel se meut une vis d'Archimède. L'appareil est placé verticalement. Une trémie placée en C amène dans un tube B les tranches de betteraves débitées par un coupe-racines, et la matière pénètre dans le cylindre par la partie inférieure. Tous les éléments hélicoïdaux de la vis sont percés de trous pour le passage du liquide, et l'axe en est maintenu parfaitement vertical.



(Fig. 37.)

Un jet de vapeur arrive en *l*, et par le tube *o* un jet d'eau chaude.

Un dégorgeoir *m* jette la matière sur la toile sans fin d'une presse à cylindre qui enlève l'excès d'eau qu'elle renferme.

Cet appareil serait susceptible de produire de bons résultats avec de très-légères modifications indiquées par les circonstances spéciales à chaque usine.

Faut-il mentionner dans un ouvrage sur un sujet aussi sé-

rieux des idées semblables à celles de MM. Huard et Fonju, qui prétendaient opérer la macération avec l'eau acidulée par l'acide sulfurique?... A froid ou à chaud, l'action des acides minéraux est nuisible au sucre; mais nous comprenons que ces messieurs aient été frappés de l'augmentation de densité que l'on remarque après l'emploi de l'acide, cette augmentation étant très-réelle. Malheureusement elle n'est pas due à une mise en liberté plus notable de matière sucrée, mais à la dissolution d'une partie considérable du tissu végétal...

L'acide minéral, quel qu'il soit, à chaud ou à froid, transforme *toujours* une partie du sucre en mélasse (*glycose*), et l'intensité de l'action destructive est proportionnelle à la quantité d'acide employé et à la température du liquide.

Enfin, nous avons déjà dit qu'on avait essayé de cuire les betteraves, mais ce procédé, qui serait peut-être le meilleur de tous, offre l'inconvénient de ne fournir qu'une bouillie pâteuse dont il est très-difficile de séparer le suc. Les personnes qui ont parlé de faire cuire la betterave avec de la chaux n'ont pas songé que l'avenir de la sucrerie repose sur l'agriculture, dont elle n'est qu'une annexe; nous n'avons pas à relever de semblables erreurs, ni à les combattre; il suffit de les signaler pour qu'elles soient jugées par tous les hommes de progrès intelligents.

Nous avons passé en revue les principaux modes d'extraction des jus sucrés, avec ou sans division préalable de la matière, et le lecteur a dû voir combien il reste à faire dans cette voie. Nous résumons cependant les principales idées sur lesquelles nous venons de donner des détails assez étendus.

Les plantes sacchariféres sont nettoyées ou non, selon leur nature; on les divise ensuite, la canne et le sorgho en tronçons assez longs et à la main; la betterave et les racines sont réduites en lames par le coupe-racines, ou en pulpe par les pilons, les meules ou la râpe; ce dernier mode est le plus suivi. L'expression du jus se fait par les cylindres lamineurs et les cylindres à pression continue, par les différentes presses, la presse hydraulique, les lévigateurs, les appareils de lavage, les filtres-presses et la macération.

Cet ensemble, fort rationnel en apparence, laisse à désirer sous tous les rapports : la canne laisse dans la bagasse la moitié de son jus, la betterave n'est épuisée que très-incom-

plétement. Il semble que les filtres-presses et la macération soient appelés à changer cet état de choses; mais les efforts tentés jusqu'aujourd'hui paraissent avoir été guidés plutôt par l'intérêt personnel que par un véritable amour du progrès.

A la suite de tous les procédés d'extraction du jus des plantes saccharines, on ne peut trop se hâter de le soumettre à un traitement chimique, dans le but d'en prévenir la fermentation. Il y a des jus que la macération à chaud, au moins à $+ 90^0$ ou $+ 95^0$, pourrait débarrasser de plusieurs causes altérantes, et notamment des matières albuminoïdes solubles, qui seraient coagulées et mises dans l'impossibilité *momentanée* de nuire au sucre; mais souvent les jus sont acides ou alcalins, et, dans ces deux cas, il n'est pas utile de les soumettre à l'action trop prolongée de la chaleur.

Il n'est guère possible de préciser le temps qu'un jus sucré peut rester sans altération au contact de l'air atmosphérique. Nous avons observé des faits si singuliers à ce sujet, que nous ne croyons plus aux affirmations absolues. Lorsque la température ne dépasse pas $+ 12^0$ à $+ 15^0$, que le jus n'est pas trop riche en matières azotées ni en matières grasses, que sa valeur saccharine est assez élevée, qu'il est *neutre*, il peut se conserver *tant bien que mal* de douze à vingt-quatre heures.

En règle générale, les moûts ou vesous ne doivent jamais *séjourner* nulle part avant d'être purifiés...; il arrive que la fermentation commence quelquefois en moins d'une demi-heure !

Les ferments de la canne en particulier sont très-actifs; la *température* du climat et l'*acidité* naturelle du jus aidant, ils font éprouver aux fabricants des pertes sérieuses. On ne prend pas assez garde a ces conditions générales de succès, et l'on ne sait pas assez que les jus altérés ne donnent pas seulement moins de sucre, mais encore que le produit est de moindre qualité et plus difficile à traiter. Il importe donc, pour une multitude de raisons, de ne jamais retarder la *défécation*.

DÉFECATION DES LIQUIDES SUCRÉS.

Nous supposerons que nous avons obtenu, de la matière donnée, par une méthode ou par une autre, toute la proportion de moût ou de vesou que nous pouvons en obtenir par

les moyens qui sont à notre disposition ; le reste de notre tâche serait bien facile, s'il ne s'agissait plus que de *concentrer* ce vesou jusqu'à une consistance donnée, pour lui laisser ensuite déposer les cristaux de sucre. Malheureusement, il n'en est pas ainsi, et notre jus contient, outre le sucre, des matières étrangères dissoutes ou en suspension dans l'eau, dont il importe de le débarrasser. Les matières albuminoïdes ou azotées et les ferments, les matières colorantes et les sels, les débris de ligneux et de cellulose doivent être éliminés, avant que ces principes aient pu réagir sur le sucre pour le détruire ou le transformer.

Cette élimination est le but de la *défécation*, dans laquelle on se propose un double résultat à atteindre : 1° la séparation de toutes les matières insolubles en suspension et de la plupart des matières solubles autres que le sucre ; 2° la neutralisation des causes d'altération.

Les principes susceptibles de déterminer l'altération du sucre prismatique sont assez nombreux ; on comprend qu'ils varient de nature selon les plantes sucrières elles-mêmes, et qu'il est assez difficile de les comprendre tous dans un aperçu général. Nous les grouperons cependant sous sept chefs principaux, savoir :

1° Les ferments proprement dits ;

2° Les matières albuminoïdes solubles, susceptibles d'agir comme ferments après un temps plus ou moins long ;

3° Les matières colorantes ;

4° Les acides ;

5° Les alcalis et sels alcalins ;

6° Les sels minéraux autres que les alcalins ;

7° Les débris végétaux en suspension.

Nous allons examiner rapidement ces divers objets quant à leur action sur le sucre, et aux agents susceptibles de les détruire ou d'en neutraliser l'effet.

A. *Ferments proprement dits.* — Il nous est tout à fait impossible de donner une idée précise de ce que le fabricant de sucre doit savoir au sujet des ferments et de leur action, et nous devons renvoyer le lecteur à l'ouvrage spécial que nous avons publié sur cette matière [1]. Nous allons essayer cepen-

[1] N. Basset, *Traité théorique et pratique de la fermentation*, considérée dans ses rapports généraux avec les sciences et l'industrie... Paris, 1858.

dant de faire comprendre l'importance de l'étude de ces corps et le rôle immense qu'ils jouent dans l'industrie sucrière, par leur action nuisible sur le sucre.

Nous savons déjà (voir livre I, chap. I) que le caractère essentiel et spécifique du genre sucre consiste dans la faculté de se dédoubler en alcool et en acide carbonique au contact de l'eau, de l'air et des ferments ; nous savons que la fermentation a lieu sous l'influence d'une certaine température, que souvent il se forme des produits spéciaux, tels que l'acide lactique, le butyrique, la matière glaireuse, la mannite, au lieu des deux produits d'une fermentation régulière alcoolique.

La fermentation est à son maximum de régularité entre $+20^0$ et $+25^0$ de température ; au-dessus de ce dernier terme, son mouvement est exagéré, et de $+30^0$ à $+40^0$, les produits acides se montrent avec une extrême rapidité.

Nous avons vu que le ferment acide jouit de la propriété remarquable de transformer le sucre prismatique en sucre liquide $C^{12}H^9O^9 + 3HO$; ce phénomène augmente les mélasses au détriment du sucre cristallisable, et il en découle, comme conséquence directe, la plus grande coloration des sirops par la chaleur, ou en présence des agents chimiques qui s'y trouvent naturellement ou y sont artificiellement introduits.

Qu'est-ce donc que le ferment ? N'y en a-t-il qu'un seul et se trouve-t-il dans toutes les plantes, ou chaque végétal possède-t-il ses ferments propres ? Quels sont les moyens de détruire ce terrible ennemi du sucre et de tous les corps hydro-carbonés ?

Nous allons chercher à répondre à ces questions sans entrer dans trop de détails théoriques.

La loi universelle de l'équilibre des êtres se fait sentir partout ; l'*antagonisme* est la nécessité suprême de la création... Sans la mort, la vie ne pourrait pas subsister, et il n'est pas un seul être vivant qui ne s'accroisse aux dépens des éléments d'autres individus tombés dans la dissociation, dans lesquels il puise les matériaux de sa propre substance.

Mais ces matériaux ont besoin d'être élaborés, d'être rendus assimilables pour pouvoir entrer dans de nouveaux organismes, et, quoique la plante, par exemple, soit essentiellement formée de cellulose, elle se trouverait pendant des siècles en contact avec cette substance, qu'elle n'en assimilerait pas un

atome. C'est à l'état plus simple d'acide carbonique que le végétal atteint le carbone, pour en faire ensuite, par diverses transformations, la cellulose et tous les autres produits dans lesquels entre le carbone.

La nature a pourvu admirablement à cette nécessité d'élaboration en plaçant dans la vie végétale, à côté des principes transformables, les agents transformateurs.

Les premiers sont composés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène ; à ces éléments, les seconds joignent l'azote.

Mais tous les principes azotés ne sont pas aptes à agir sur les corps hydro-carbonés ; ceux qui sont susceptibles de cristallisation, en particulier, ne sont doués d'aucune faculté de ce genre ; on ne trouve cette puissance transformatrice que dans certains êtres azotés de forme celluleuse ou globulaire, susceptibles de se reproduire quand ils sont placés dans des circonstances convenables.

Ces corps sont les ferments proprement dits ; ils ont pour type la levûre de bière et sont extrêmement répandus dans la vie végétale. Il n'est pas une seule plante qui n'en renferme une proportion *au moins* suffisante pour amener la décomposition du reste de sa masse. Les seules différences qui existent entre les ferments sont des différences de forme...; les cellules sont plus ou moins ovoïdes, sphéroïdales ou allongées, mais leur composition chimique est la même, leur organisation est identique, en sorte que l'on peut dire, sans blesser la vérité, qu'il n'y a qu'un seul ferment, dont les formes extérieures peuvent varier, depuis celle de la cellule sphérique jusqu'à celle de la cellule allongée et presque fibrillaire.

Les ferments qui ont pris naissance dans un liquide et dont les parois n'ont pas été comprimées par des parties résistantes sont tous doués de la forme ovoïde.

A côté de ces faits vient se placer une observation importante. Les ferments qui ont pris naissance dans une plante, un agrégat végétal quelconque, participent à la vie générale de cette plante pendant tout le temps qu'elle subsiste dans l'organe dont ils font partie ; ils reçoivent leur nourriture et prennent leur accroissement de la même manière que les autres principes végétaux... Mais à peine cette vie agrégative, commune, a-t-elle cessé ses fonctions, que la dissociation commence et qu'on voit les ferments entrer dans la fonctionnalité

d'une vie propre, individuelle, indépendante de l'agrégat dont ils faisaient partie. Pour nous servir d'une comparaison qui, sans être entièrement juste, peut cependant expliquer les faits, disons que l'armée est dissoute, licenciée, qu'elle n'existe plus en tant qu'armée, qu'elle est morte ; mais que les soldats ne continuent pas moins de vivre et d'agir en tant qu'individus, bien qu'ils n'appartiennent plus à l'agrégat dont ils faisaient des parties intégrantes, de la vie duquel ils vivaient, auquel ils obéissaient.

Aussitôt donc que le végétal est mort en tout ou en partie, le ferment de la portion morte se dissocie, se sépare de ce qui l'entoure, et dès lors il agit avec énergie sur les corps transformables qui l'environnent. Les principes, élaborés par la vie, ont formé un être complet, qui a accompli tous les actes de la vie, qui a surtout obéi à la loi de la reproduction; leur rôle est fini, et désormais ils n'ont plus qu'à être décomposés, amenés à la simplification par des transformations successives, pour pouvoir entrer dans la composition de nouveaux êtres.

C'est le ferment qui est chargé d'opérer cette tâche intermédiaire ; préparé par la vie, il utilise la mort pour élaborer de nouveaux éléments et les rendre assimilables par la vie.

C'est à l'action du ferment que sont dues toutes les transformations observées dans les corps végétaux ou animaux abandonnés par le mouvement vital, depuis la plus simple en apparence jusqu'à la putréfaction ou décomposition ultime, jusqu'à ce qu'il soit lui-même décomposé.

Les produits de la décomposition arrivent le plus souvent à la forme gazeuse, après avoir fourni divers intermédiaires liquides ou solides, neutres ou acides.

Ainsi, le ferment est une *cellule azotée*, susceptible de vie individuelle, après la mort de l'agrégat dont il faisait partie, et réagissant sur les principes qui l'entourent pour les amener à un état plus simple qui leur permette d'entrer dans d'autres composés.

Le ferment est le même par sa composition et son organisation, dans tous les végétaux ; il n'offre que des variations de forme.

Le ferment jouit de toutes les fonctions vitales, lorsqu'il est dissocié, isolé de son agrégat; il se nourrit par l'absorption,

il digère et excrète, il se reproduit, avant de se décomposer à son tour.

On doit le regarder comme l'expression la plus simple de la forme vitale, appartenant aussi bien à la plante qu'à l'animal; il est l'analogue le plus frappant de l'ovule embryonnaire, de la vésicule primitive par laquelle commencent tous les êtres dans les deux règnes.

Mais l'action du ferment est d'autant plus rapide et plus violente, que les matières transformables ou décomposables sont plus atténuées; elle atteint son maximum quand elles sont dissoutes dans l'eau, à une température suffisante et en présence de l'air.

Ceci nous explique comment les vesous et jus sucrés passent si rapidement à la décomposition fermentative qu'il suffit de très-peu de temps pour causer des pertes considérables. Le ferment n'aurait agi que d'une manière assez lente sur les plantes sucrières; son action aurait eu lieu de proche en proche à partir du point de section; mais il n'en est pas ainsi pour les vesous, où les cellules et les tissus n'opposent plus de résistance.

Le sucre est en liberté dans l'*eau;* il est au contact du *ferment ;* il est en présence de l'*air*, et le plus souvent exposé à une *température* relativement élevée, toutes conditions qui favorisent singulièrement l'action fermentative.

Ajoutons que la multiplication du ferment se fait très-promptement dans ces conditions, lorsque la liqueur tient en solution des matières azotées telles que l'albumine, et que, loin de voir épuiser l'action destructive, le temps ne fait que l'accroître par le fait de la reproduction du ferment et de la naissance de nouvelles cellules.

On comprend qu'en supprimant la présence de l'eau ou de l'air, qu'en abaissant ou en surélevant la température, on mette le ferment dans l'impossibilité momentanée d'agir ; mais le moyen le plus simple et le plus rationnel de s'opposer à ses ravages consiste à le détruire ou à l'éliminer.

Agents destructeurs du ferment. — Les *acides minéraux*, à la dose de 2 1/2 à 3 pour 100, arrêtent la fermentation. Les *alcalis* s'opposent à la fermentation alcoolique, mais n'empêchent pas la dégénérescence lactique, qu'ils favorisent, au contraire.

Le *nitrate d'argent*, le *cyanure de potassium*, l'*iode*, le *brome*, le *sulfate de cuivre*, la *créosote*, les *chlorures d'oxyde*, l'*acide oxalique*, l'*acide sulfureux*, l'*alcool*, les *essences*, le *sulfite de soude*, le *chlorure de zinc*, sont nuisibles au ferment qu'ils détruisent ou dont ils paralysent l'action.

De tous ces corps, les seuls qui soient susceptibles de quelque application en sucrerie sont :

1° Les *chlorures désinfectants ;*

2° L'*acide oxalique ;*

3° L'*acide sulfureux ;*

4° L'*alcool.*

L'*acétate de plomb*, le *tannin*, la *chaux*, la *baryte*, la *strontiane*, précipitent le ferment, *au moins en grande partie*, en formant avec lui des combinaisons insolubles ou peu solubles. Les *aluns* et les sels d'alumine décomposés fournissent de l'alumine hydratée à l'état gélatineux qui en précipite une notable partie à l'état insoluble, ou même en l'entraînant mécaniquement.

Nous allons passer brièvement en revue les propriétés de ces divers agents au sujet de la destruction des ferments.

Chlorures désinfectants. — Il n'est guère possible de faire usage de ces chlorures, celui de potasse et de soude introduisant l'élément alcalin dans les jus, et le chlorure de chaux lui-même, ainsi que les précédents, y apportant l'acide chlorhydrique et donnant lieu à la formation de divers chlorures déliquescents, par suite des réactions qui auraient lieu dans la liqueur.

Ajoutons que l'emploi des chlorures est d'un prix assez élevé relativement, qu'il exige un temps assez considérable pour que l'effet utile soit produit ; enfin, qu'il reste dans les liqueurs une odeur et une saveur désagréable de produits chlorés, assez difficile à détruire.

Acide oxalique. — Cet agent est beaucoup trop cher pour que son emploi soit profitable. Il ne précipite pas les ferments, mais il en arrête l'action. Il convient d'ajouter que l'acide oxalique introduit dans les solutions sucrées cristalliserait en partie avec le sucre qu'il rendrait ainsi vénéneux.

Acide sulfureux. — L'emploi de ce corps arrête *momentanément* la fermentation ; il en est de même des sulfures et des sulfites, mais ces corps agissent aussi sur le sucre, augmentent

la quantité des mélasses et donnent une saveur désagréable aux produits.

Alcool. — Il s'oppose à toute fermentation lorsqu'il est employé en proportion convenable. Un liquide renfermant 25 pour 100 d'alcool ne fermente plus alcooliquement ; mais la décomposition putride peut avoir lieu dans nombre de circonstances, lorsque la quantité relative n'est pas plus considérable.

Cet agent est d'un emploi trop coûteux pour être utilisable en sucrerie.

Acétate de plomb. — Lorsque l'on met une dissolution de ce sel dans un moût, les ferments sont entièrement précipités ; il reste de l'acide acétique libre dans la liqueur.

Ce serait peut-être le meilleur de tous les agents possibles, si l'on avait le moyen d'éliminer le plomb d'une *manière absolue*. Les jus ainsi traités par le sel plombique peuvent rester un temps très-long sans altération à la température ordinaire; mais comme il se forme des acétates alcalins, il se trouve dans la liqueur des sels de plomb peu solubles et de l'oxyde de plomb dissous à la faveur du sucre.

Ce moyen ne paraît pas applicable quant à présent.

Tannin. — L'acide tannique précipite les ferments ; il n'est pas nuisible à la matière sucrée. Le jour où ce corps pourra être produit assez économiquement pour servir à la sucrerie, il s'ouvrira, selon nous, une ère nouvelle de progrès pour cette industrie.

Chaux, etc. — La chaux, la baryte et la strontiane précipitent les ferments, mais les deux derniers de ces corps ne sont pas applicables, parce que la baryte précipiterait en même temps le sucre, et que les composés de strontiane ont une solubilité relative qui doit les faire rejeter, à cause de leurs propriétés vénéneuses.

On a conseillé, pour la défécation, outre les corps dont nous avons parlé, l'*alun de potasse*, l'*alun ammoniacal*, le *sulfate de zinc*, le *sulfate de chaux ;* on a pratiqué la défécation par l'*acide sulfurique*. Les aluns défèquent bien, surtout quand on ajoute de la chaux après les avoir introduits dans la liqueur, à une température convenable ; il se forme dans ce cas de l'alumine libre, qui agit comme matière filtrante et clarifiante ; mais il reste dans la liqueur du sulfate de chaux, qui disparaît par

l'évaporation et des sulfates de potasse ou d'ammoniaque qui restent dans les produits.

Le sulfate de zinc défèque très-bien, dans les mêmes conditions que les aluns ; mais ce sel est vénéneux, et le pouvoir dissolvant du sucre retient opiniâtrément des traces d'oxyde de zinc.

Le sulfate de chaux conseillé par Braconnot n'a pas encore été sanctionné par la pratique.

Enfin, l'acide sulfurique serait un bon agent de défécation, si son emploi n'était pas aussi difficile et s'il n'exposait pas à transformer une partie du sucre en glycose.

B. *Matières albuminoïdes solubles.* — La plus grande partie de ces matières est coagulable par la chaleur ; elles sont précipitables à l'état insoluble par tous les corps dont nous venons de parler.

C. *Matières colorantes.* — Les chlorures, l'acide sulfureux, l'alcool, l'acétate de plomb, le tannin, la chaux, les aluns, les sels de zinc en précipitent une grande partie ; mais c'est la chaux qui présente l'action la plus économique. Le noir animal est spécialement employé dans l'industrie sucrière comme agent de décoloration.

D. *Acides.* — Les acides sont neutralisés par la craie, ou carbonate de chaux, par la chaux et les autres bases. Il faut autant que possible que le produit de la neutralisation passe à l'état insoluble, sous peine d'introduire des sels étrangers dans les produits.

E. *Alcalis et sels alcalins.* — On ne connaît aucun moyen praticable pour éliminer les alcalis ni les sels alcalins. Cependant, comme les sels alcalins sont moins nuisibles pour la suite des opérations que la potasse et la soude libres, il faut chercher, autant que faire se peut, à ramener ces bases à l'état salin.

F. *Sels minéraux.* — Ils sont précipités pour la plupart par l'acétate de plomb, le tannin, la chaux et l'ammoniaque.

G. *Débris végétaux.*— Ils sont éliminés mécaniquement avec les autres matières ; dans tous les cas, ils disparaissent par décantation ou filtration.

D'après ce qui précède, il est facile de voir que de tous les agents proposés jusqu'à ce jour pour la purification ou la défécation des liquides sucrés, la chaux est préférable en tout sens, et c'est encore elle qui est aujourd'hui employée à peu

près partout. Cette base neutralise les acides libres, précipite les ferments et les matières albuminoïdes, ainsi qu'une grande partie des matières colorantes; elle rend les écumes plus fermes et contribue à leur séparation, selon l'opinion de M. Thénard; elle décompose nombre de sels, dont les oxydes sont précipités au moins en grande partie.

L'emploi de la chaux donne lieu à diverses questions, relativement à son dosage, à la température à laquelle on doit l'employer, à son élimination dans le cas où elle a été mise en excès, à son influence, etc.

Dosage de la chaux. — Il n'est pas possible de tracer sur ce sujet aucune règle fixe ; les végétaux sucrés diffèrent complétement dans leur composition générale, selon les années, les sols, la culture, etc. Telle plante n'aura pas bien mûri, telle partie de la matière aura subi un commencement de fermentation, une fumure trop forte aura augmenté la proportion des matières albumineuses, la nature spéciale de tel sol aura exagéré la quantité des sels ; enfin, il peut surgir un nombre infini de circonstances qui ne permettent pas de regarder la chaux comme susceptible d'un dosage invariable.

On emploie généralement aujourd'hui, dans la fabrication européenne, depuis 3 jusqu'à 6, et même 8 ou 10 grammes par litre de jus. La plus forte proportion répond à l'époque la plus avancée de la campagne, où les matières ont déjà subi certaines altérations organiques qui changent les rapports de leurs principes constituants.

Voici la marche à suivre si l'on veut procéder à coup sûr, aussi bien dans la fabrication du sucre de canne que dans celle du sucre indigène.

On prend un litre du moût à traiter et on le porte à la température moyenne de + 75° environ. On a pesé d'avance quelques grammes de chaux hydratée pulvérulente, que l'on a divisée en fractions d'un demi-gramme. On délaye une fraction dans l'eau, à l'aide d'un petit mortier, et l'on verse un premier demi-gramme dans le moût en agitant; on laisse reposer et l'on décante le liquide clair, à moins qu'on ne préfère le passer au travers d'une toile, ce qui est plus rapide. On verse un autre demi-gramme de chaux en lait dans la liqueur; on passe de nouveau et l'on continue ainsi, jusqu'à ce qu'une dernière dose ne précipite plus de matières floconneuses. On obtient ainsi la

proportion de chaux qui doit produire un effet utile et, dans la pratique, on la dépasse un peu pour être certain de l'effet à obtenir.

Une défécation faite avec une dose convenable de chaux sera toujours suivie de bons résultats. On est obligé de répéter cet essai plusieurs fois dans le cours d'une campagne, afin de se rendre compte des opérations et de savoir s'il convient d'augmenter ou de diminuer la proportion de chaux.

Quelques chimistes ont conseillé de s'en rapporter aux indications des *papiers réactifs*[1], et notamment à celle du papier de tournesol rougi, qui repasse au bleu par les alcalis et les terres alcalines. Cette méthode n'est pas aussi certaine qu'on le pense pour le travail d'une fabrique, et elle ne peut donner que des aperçus, sans qu'on doive la prendre pour guide dans un dosage. La faible quantité de chaux en excès suffisante pour bleuir le papier de tournesol n'indique rien, et l'on ne sait pas si l'on a dépassé de très-peu ou de beaucoup les limites convenables. Il vaut donc mieux, dans tous les cas, faire un essai préalable et ne s'en rapporter ensuite aux réactifs que dans les opérations courantes.

Il y a d'ailleurs encore une raison fort grave pour préférer le dosage empirique aux indications du papier; c'est que celui-ci peut très-bien accuser un excès de chaux lorsque, au contraire, on n'en a pas employé assez pour une bonne défécation. Aussitôt que les acides sont saturés par la chaux, celle-ci agit sur le sucre, *en même temps* que sur les matières à précipiter, et comme le sucrate de chaux qui se forme a une réaction très-alcaline, le papier de tournesol peut bleuir bien avant que la chaux ait atteint tout ce qu'elle doit éliminer. Ceci mérite une attention sérieuse de la part du fabricant, et c'est à cette raison que l'on doit attribuer nombre d'insuccès dans les cuites, parce qu'on n'a pas fait disparaître la totalité des matières albuminoïdes par une proportion convenable de chaux.

Il ne faut jamais employer la chaux à l'état pulvérulent, parce que, d'un côté, elle ne peut avoir toute son action, une partie se précipitant au fond des appareils et restant enveloppée d'un magma mucilagineux, et, de l'autre, parce que les chaudières en éprouveraient une détérioration rapide. La chaux vive est éteinte avec de l'eau, puis amenée en consistance de

[1] Voir *Notes complémentaires*, à la fin du volume.

lait épais, que l'on passe à travers un tamis. C'est ce lait que l'on verse dans les chaudières en agitant avec un râble.

Le lait de chaux, agité et pesé à l'aréomètre pendant que la chaux est en suspension, donne les indications très-approximatives suivantes :

1 litre de lait de chaux	à 1° Baumé	égale	10 gr.	de chaux hydratée sèche.
—	à 2°	—	20	—
—	à 3°	—	30	—
—	à 4°	—	40	—
—	à 5°	—	50	—

et ainsi de suite, chaque degré de densité représentant environ 10 grammes de chaux sèche.

Température. — Le lait de chaux doit se verser dans les cuves ou chaudières à déféquer à une température qui ne doit pas dépasser + 80° à + 85°, afin d'éviter que cette substance exerce sur le sucre une action trop énergique. On agite avec soin pour que la chaux pénètre bien dans toute la masse du liquide, puis on élève doucement la température pour faire monter en écumes une partie des matières devenues insolubles. On conduit la température jusqu'au premier bouillon et l'on arrête aussitôt l'introduction du calorique. Les écumes prennent à la surface une certaine densité pendant que le liquide se clarifie au-dessous pendant quelques minutes de repos.

On soutire ensuite la liqueur claire pour la diriger vers les appareils où elle doit subir les opérations subséquentes, et lorsque les écumes apparaissent, on les conduit dans des filtres ou des appareils spéciaux pour les dépouiller, par la filtration et la pression, du jus qu'elles peuvent retenir.

Elimination de la chaux en excès. — L'influence d'un excès de chaux sur le sucre est parfaitement constatée ; le sucre prismatique se change en partie en glycose sous l'influence du calorique ; il se forme des acides bruns qui se combinent à la chaux et colorent fortement les sirops. Ces composés sont, en outre, fort souvent accompagnés de divers sucrates acides ou basiques, déliquescents pour la plupart, qui augmentent la quantité des mélasses et nuisent à la cristallisation.

D'un autre côté, on a cru remarquer que la présence d'une *légère* alcalinité due à la chaux favorise la cuite et la cristallisation, et que des liqueurs tout à fait neutres ne se comportent pas tout à fait aussi bien. Il importerait donc, si l'on avait em-

ployé un excès de chaux, de n'en éliminer que la quantité nuisible et d'en laisser subsister assez pour conserver au jus une très-faible alcalinité.

Cette question nous paraît avoir encore besoin d'être vérifiée par une étude pratique suivie, avant que l'on puisse se prononcer à cet égard.

On a proposé et employé, pour éliminer la chaux en excès :

1° L'*acide sulfurique*... Il se forme du sulfate de chaux. La potasse et la soude, mises en liberté par la chaux, donnent des sulfates alcalins, et il se forme très-souvent aussi du sulfate d'ammoniaque. Ce moyen est dangereux pour le sucre, et il ne doit être employé qu'avec précaution. L'acide doit être étendu de quatre ou cinq fois autant d'eau.

2° L'*alun de potasse*... Il se forme du sulfate de chaux et la liqueur retient des sulfates de potasse, de soude et d'ammoniaque. Ce moyen est préférable au précédent.

3° L'*alun d'ammoniaque*... Même observation; doit être préféré à l'alun de potasse, parce qu'il ne laisse pas de sulfate de potasse dans la liqueur, sinon celui qui résulte de la potasse libre, s'il en existe.

4° L'*acide carbonique*... Ce moyen, proposé par Barruel, puis par M. Pitay, et repris par les frères Rousseau, est exact en théorie, incomplet en pratique, parce qu'il n'agit pas sur toute la chaux.

5° L'*acide pectique*... C'est un très-bon agent.

6° Le *carbonate d'ammoniaque*... malheureusement trop cher. Il faut, en outre, éviter un excès d'ammoniaque dans les jus sucrés; l'*alcali volatil*, bien que disparaissant par la chaleur, ne colore pas moins les sirops et transforme une partie du sucre en acides bruns et en produits incristallisables.

7° Le *carbonate de soude*... Cette idée ne serait jamais venue à l'esprit de personne, si l'on avait réfléchi à l'action des alcalis sur le sucre.

8° Le *carbonate acide de chaux*...

9° Le *sulfate d'alumine*... Excellent agent, mais son emploi exige une méthode régulière, qui n'a pas encore été créée.

10° Le *phosphate acide de chaux*... Même observation.

11° Le *sulfite de chaux*...

12° L'*acide borique*... Ce corps est trop cher.

13° Le *savon de soude*...

14° L'*oxalate d'ammoniaque*... Il faut redouter la présence de l'acide oxalique ou des oxalates dans les produits.

Nous bornons ici ce que nous avons à dire, quant à présent, sur la défécation, et nous renvoyons au chapitre suivant l'étude analytique de quelques procédés particuliers.

Aussitôt après la défécation, les jus sont débarrassés des matières suspendues par une filtration à travers des toiles de coton ou des étoffes de laine, ou même sur les filtres à noir dont nous parlerons tout à l'heure. Dans quelques fabriques, on se contente d'une filtration mécanique et l'on procède aussitôt à l'évaporation du liquide ; mais la plus grande partie des fabricants européens ont adopté l'usage de faire passer les jus sur un filtre rempli de *noir en grains*, avant de procéder à la condensation.

Cette marche est préférable lorsque l'on a employé les procédés habituels ; mais elle ne conviendrait plus si la défécation avait été complète et qu'elle eût enlevé les matières colorantes aussi bien que les autres substances étrangères au sucre. Il suffirait, dans ce cas, d'un *simple débourbage* que l'on opèrerait en faisant passer le liquide dans une caisse à faux fond, garnie de quelques doubles de toile humide, sur laquelle on aurait étendu quelques centimètres de noir ou même de gravier bien lavé.

ÉVAPORATION.

Les principes généraux qui servent de guide dans la pratique de la cristallisation sont applicables au sucre prismatique aussi bien qu'à tous les corps dont la solubilité est plus grande à chaud qu'à froid. Il faut amener la solution aqueuse de sucre à un degré tel de saturation à chaud, que le corps cristallisable puisse se prendre en masse cristalline par un refroidissement méthodique, et le seul moyen qui existe pour arriver à ce résultat consiste à éliminer la plus grande partie de l'eau dissolvante par l'action du calorique.

Il y a pour cela deux méthodes : le chauffage à feu nu, ou le chauffage à la vapeur.

Le *chauffage à feu nu* n'est plus guère pratiqué que dans la fabrication exotique, et les désavantages de ce mode sont tels qu'on devrait y renoncer partout d'une manière absolue. Il est

de principe que l'eau pure aurait beau se trouver dans un vase chauffé à une forte température, pourvu que l'opération se fît à l'air libre et sous une pression normale, son ébullition ou son évaporation aurait toujours lieu à + 100°. Mais il n'en est plus ainsi des liquides tenant d'autres corps en dissolution. La température de l'ébullition s'élève d'autant plus qu'il reste moins d'eau dissolvante, et il arrive un moment où l'ébullition n'a lieu que vers + 105°, 106° et même à + 110°.

Or, on sait que l'action du calorique seule, lorsqu'elle est longtemps prolongée, même à + 100°, suffit pour altérer le sucre prismatique et le transformer en sucre liquide incristallisable.

A plus forte raison en est-il ainsi, et les altérations deviennent-elles plus rapides et plus notables, lorsque les parois du vase où se fait l'ébullition s'élèvent à une température de beaucoup supérieure à + 100°. C'est ce qui arrive dans tous les appareils métalliques chauffés à feu nu, c'est-à-dire par le contact direct de la flamme ou du combustible en incandescence. Le fond de ces vases est porté à une température qui dépasse le plus souvent + 200°, et le sucre y mettrait de la complaisance s'il ne s'en caramélisait une partie et si une autre portion ne se transformait en produit incristallisable. Le liquide ne bout, à la vérité, qu'à une température moyenne proportionnelle à sa densité ; mais les couches inférieures se trouvent en contact avec des surfaces trop fortement chauffées pour qu'elles ne s'altèrent pas.

Dans l'origine de la fabrication indigène, l'évaporation des liquides sucrés se faisait à feu nu ; mais dans ce mode, bientôt abandonné, on prenait les précautions les plus minutieuses pour que la flamme fût convenablement dirigée tout autour des parois des vases évaporatoires, que l'on faisait larges et peu profonds, afin que la surface plus développée donnât lieu à une évaporation rapide.

Il y a, en effet, tout autant d'inconvénients à maintenir *longtemps* les liquides sucrés au contact du calorique, qu'à les exposer à une trop forte température.

Le *chauffage à la vapeur* s'exécute de diverses manières : ou la vapeur circule dans un faux fond pratiqué à la chaudière, avec une disposition analogue à celle que nous indiquons plus loin, ou bien on lui fait parcourir une série de tubes contournés en hélice ou en étrier, reposant sur le fond intérieur des chau-

dières à évaporer. Cette dernière disposition a été adoptée par M. Pecqueur dans la construction de sa chaudière, dont nous donnons le dessin dans notre chapitre relatif à la betterave.

L'emploi de la vapeur offre cet avantage d'évaporer aussi rapidement que possible les liqueurs soumises à son action, de ne leur faire éprouver qu'une température donnée que l'on règle à volonté, de ne pas échauffer trop fortement les vases et de pouvoir appliquer ou supprimer instantanément l'action de la chaleur.

Si l'on ajoute à cela qu'un seul foyer, celui du générateur, peut suffire à toutes les chaudières de l'usine, on n'hésitera pas à reconnaître la supériorité de ce mode sur le précédent. En résumé, l'évaporation à la vapeur est pratiquée dans presque toute l'Europe, et déjà un grand nombre de sucreries ont adopté cette méthode en Amérique.

Quoi qu'il en soit, le liquide, filtré ou non, doit être soumis à une évaporation rapide qui le porte le plus promptement possible à une densité de 26° Baumé environ, et, dans cet état, il est soumis à une filtration à chaud sur le noir, afin de le décolorer et de le débarrasser des matières devenues insolubles par la concentration.

Dans le but d'obtenir l'évaporation à une température plus basse, et, par conséquent, de moins altérer la matière sucrée, on a construit des appareils à évaporer dans le *vide*, hors de la pression de l'air atmosphérique. Nous décrirons plus loin les plus importants de ces appareils ingénieux, dont l'usage est appelé à rendre de grands services aux arts industriels.

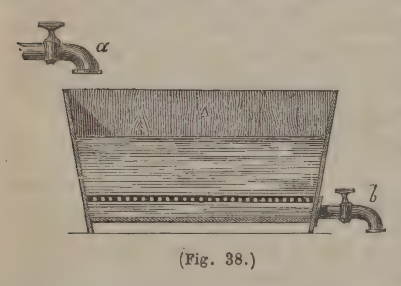
FILTRATION ET DÉCOLORATION.

La filtration est une des opérations les plus importantes de la sucrerie, et elle est tellement indispensable que rien ne peut y suppléer convenablement. L'enlèvement des écumes et des impuretés, tel qu'il se pratique dans les colonies, et la décantation du liquide dans les chaudières successives où il se concentre graduellement, ne peuvent donner des sirops assez débarrassés des matières étrangères. On distingue deux sortes de filtration : la *filtration simple* et la *filtration décolorante*.

La filtration simple ou le *débourbage* a pour but de débarrasser les liqueurs des particules insolubles qui peuvent s'y

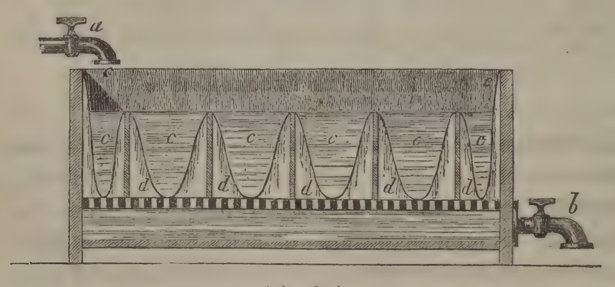
trouver en suspension. Cette filtration se fait de préférence à travers des toiles ou des étoffes de coton, celles de laine étant sujettes à être altérées rapidement par la chaux. Les toiles à filtrer s'imprègnent souvent de calcaire qu'il est nécessaire de leur enlever par un lavage dans de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique ; on les rince ensuite à l'eau pure avant de s'en servir de nouveau.

On s'est servi d'appareils assez nombreux pour le *débourbage*. Le plus simple de tous est une caisse (fig. 38) garnie d'un faux fond, surmonté d'une toile pliée en plusieurs doubles, sur laquelle on place quelquefois une claie métallique ou même un clayonnage en osier. Souvent on superpose un peu de charbon animal, en grains, ou de gravier lavé, pour arrêter au passage les corps mucilagineux qui arrêteraient le liquide au passage. La liqueur entrant en *a* sort débourbée et limpide par le robinet *b*.



(Fig. 38.)

Lorsqu'on a affaire à des liqueurs chargées de matières très-fines ou mucilagineuses qui boucheraient rapidement les pores des surfaces filtrantes, on emploie la disposition indiquée par la figure ci-dessous.



(Fig. 39.)

Dans une caisse rectangulaire, une toile *ccc* se replie sur des diaphragmes *ddd* disposés verticalement. Les surfaces filtrantes sont ainsi très-multipliées, et l'on obtient des résultats plus rapides et plus complets. Nous verrons plus tard que ce

filtre est employé en raffinerie, malgré ses imperfections et la nécessité, qui arrive souvent, de *relever les toiles*, lesquelles sont enduites de matières gélatineuses qui empêchent la filtration.

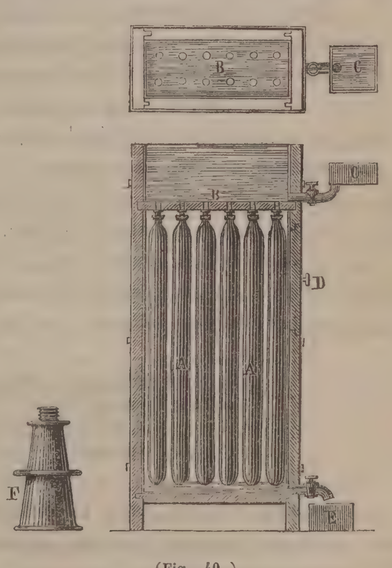
On avait commencé par filtrer les liquides dans des paniers d'osier garnis d'une étoffe filtrante, mais, comme on remarqua que la filtration se fait d'autant mieux que la liqueur est plus chaude [1], on a fini par employer des caisses en bois ou en métal, que l'on a soin de recouvrir, afin d'éviter les déperditions de calorique.

On a même poussé la précaution jusqu'à faire circuler de la vapeur dans une double enveloppe pour maintenir le liquide filtrant à une température qui diminuât à la fois sa densité et sa viscosité.

Les filtres du *système Taylor* étant souvent employés, tant pour le débourbage que pour la filtration des écumes provenant de la défécation, nous en donnons ici la figure (fig. 40).

La figure représente la face supérieure ou le plan d'une caisse rectangulaire en forme d'armoire. C est le réservoir qui alimente le filtre.

A chaque orifice de la surface B se trouve attaché en dessous, par plusieurs tours de vis, un cône métallique F (fig. 40) à base inférieure, qui sert de mandrin à un sac allongé; l'orifice de ce sac est maintenu par un anneau circulaire *f*. Enfin, la figure donne la coupe d'une caisse à filtres.



(Fig. 40.)

En D se trouve une ouverture par laquelle on peut retirer les sacs et les changer.

[1] La densité est *moindre* dans ce cas.

On comprend que les sacs suspendus et plissés recevant le liquide qui pénètre de C en B, et offrant une grande surface filtrante, peuvent être d'une très-grande utilité en sucrerie. Nous y reviendrons plus tard à propos de la raffinerie.

Ce filtre présente, suivant nous, l'inconvénient de ne pas permettre une opération presque continue. Lorsque les sacs, par trop salis, ne peuvent plus fonctionner, on est obligé de fermer le robinet de C et de les vider tous, ce qui est une faute et une perte de temps.

Nous ne mentionnons pas un certain nombre d'autres appareils à filtrer, bien qu'on ait imaginé différents systèmes assez rationnels. Les uns, reposant sur le principe de la densité, faisaient opérer la filtration de bas en haut, les autres utilisaient d'autres considérations ; mais ceux dont il vient d'être parlé sont à peu près les seuls qui aient survécu dans la fabrication des sucres bruts.

La *filtration décolorante* sert à la fois à débarrasser les liquides des matières en suspension et des substances colorantes. Avant de décrire les appareils employés pour cette opération, nous croyons devoir entrer dans quelques détails sur le *charbon d'os* employé comme matière décolorante.

Du charbon d'os ou noir animal. — Le *noir d'os, noir animal*, ou *charbon d'os*, est le résultat de la calcination des os des animaux à l'abri du contact de l'air.

Les os sont formés, en moyenne, d'un tiers de parties organiques et de deux tiers de parties minérales. Ces dernières sont ainsi composées chez le bœuf, sur 100 parties, d'après Heintz :

Calcaire ou carbonate de chaux......	10,07
Phosphate de magnésie............	2,98
Phosphate de chaux................	83,07
Fluorure de calcium................	3,88

Ces parties restent dans le produit de la calcination, plus une certaine quantité d'azote provenant de la carbonisation des matières organiques.

Le charbon animal moulu, bluté, donne deux produits, le *noir en grains* plus ou moins gros et le *noir fin* en poudre ténue. Celui-ci s'emploie pour la clarification et dans la raffinerie.

C'est au chimiste russe Lowitz que l'on doit la découverte des propriétés décolorantes du charbon. En 1811, M. Figuier,

de Montpellier, dont le nom est si bien connu aujourd'hui dans la science par ses travaux personnels et ceux de son fils, démontra que cette propriété était bien plus forte dans le charbon animal.

En 1812, M. Ch. Derosne eut l'idée d'appliquer cette propriété à la fabrication des sucres, et il nous paraît utile de reproduire *in extenso* l'analyse du mémoire présenté par lui sur ce sujet à la Société d'encouragement.

« M. Ch. Derosne, membre de la Société, a lu dans la séance du 30 septembre dernier un mémoire sur l'emploi du charbon dans la fabrication du sucre de betterave. Dans ce mémoire, il annonce qu'il avait primitivement adopté le procédé de clarification par la chaux, qui consiste à employer la chaux en excès et à enlever ensuite cet excès au moyen de l'acide sulfurique; mais qu'ayant depuis fait usage du procédé de M. Achard, il lui avait donné la préférence, parce qu'il trouvait que les sirops préparés avec la chaux en excès, quoique saturés par l'acide sulfurique, étaient plus colorés et avaient une saveur particulière désagréable, dont une grande partie était retenue par les sucs bruts qu'on en obtenait.

« Etant depuis parvenu à faire disparaître ces inconvénients, M. Ch. Derosne a cru devoir reprendre le procédé par la chaux, avec d'autant plus de raison qu'il assure que les moyens dont il se sert présentent des avantages importants.

« Il n'adopte cependant pas exclusivement ce procédé, l'expérience lui ayant démontré qu'il était tantôt supérieur, tantôt inférieur à celui de M. Achard, suivant la qualité du suc de betterave employé. Ce dernier ne réussit pas aussi bien sur les betteraves cultivées aux environs de Paris, qui sont généralement très-fumées. Il a obtenu un effet contraire des betteraves qu'il cultive lui-même à vingt lieues de la capitale. C'est donc au fabricant à choisir l'un ou l'autre de ces procédés (qui tous deux peuvent encore être modifiés), suivant qu'on en aura obtenu un résultat plus ou moins satisfaisant.

« Le nouveau moyen indiqué par M. Ch. Derosne présente les mêmes avantages; il pense cependant que celui par la chaux en premier sera plus généralement préféré, parce qu'il est réellement un peu plus économique. L'agent employé par M. Derosne est le charbon en poudre, dont jusqu'à présent l'emploi n'avait été conseillé que pour enlever une partie de

la couleur du suc ou du sirop de betterave. D'après les essais répétés et qui confirment ceux faits en petit par M. Magnes, de Toulouse, sur des sirops mis à cristalliser dans une étuve, M. Derosne croit pouvoir assurer que le charbon employé en grande quantité non-seulement décolore, mais modifie singulièrement l'odeur et la saveur, sépare du sirop à 15° beaucoup de substances salines terreuses, qui, sans son emploi, seraient restées en dissolution et se seraient précipitées à un plus haut degré de concentration. Une circonstance que M. Derosne regarde comme la plus importante et sur laquelle il insiste plus particulièrement, c'est que le charbon facilite ou détermine la séparation de matières qu'il ne croit pas pouvoir bien spécifier, mais dont, selon lui, la présence dans le sirop évaporé à une haute température hâte singulièrement la décomposition de ce dernier. Il résulte d'essais comparatifs faits avec des sirops préparés par le charbon, et avec d'autres sans charbon, que les premiers ont subi, sans se décomposer, l'action continuée d'une température qui a été portée jusqu'à + 92° du thermomètre de Réaumur, ont donné un *bouillon* d'une excellente qualité, dont les bulles, grosses et bien détachées, produisaient par leur émission un bruit sec bien connu des raffineurs, et qui leur sert à reconnaître la bonne qualité des matières brutes sur lesquelles ils opèrent, et n'ont point exigé l'addition de beurre pour faire baisser le gonflement, tandis que les sirops préparés sans charbon montaient continuellement, exigeaient l'addition réitérée du beurre, demandaient à être souvent remués, et se sont plus ou moins altérés par l'action prolongée du même degré de chaleur.

« Les sirops traités par le charbon ont donné une cristallisation beaucoup plus abondante et d'une qualité bien préférable à celle obtenue des sirops traités sans charbon.

« M. Derosne dit avoir obtenu un effet plus marqué en se servant de *charbon animal;* mais, comme il sera difficile de se procurer ce charbon en grande quantité, il pense qu'il faut se borner au charbon végétal. Il est nécessaire que ce charbon soit réduit en poudre assez fine et ait été lavé et ensuite séché. Le lavage a pour but de le dépouiller de la potasse et des autres sels qu'il contient toujours en plus ou moins grande quantité. Le charbon du fond des bateaux, dont le prix est modique, est très-convenable pour cet objet.

« M. Derosne ne se dissimule pas les inconvénients attachés à l'emploi du charbon ; il les déclare lui-même très-grands, mais il croit qu'ils sont bien plus que compensés par les avantages qu'il procure, quelque considérable que soit la quantité qu'exige un travail en grand. Voici la manière de l'employer :

« Quel que soit le procédé de clarification dont on fasse usage, lorsque le suc de betterave aura été évaporé jusqu'au point de marquer 15° à l'aréomètre de Baumé (le sirop bouillant), on le retirera du feu et on le laissera refroidir jusqu'à + 50° environ de Réaumur. On y ajoutera alors le dixième ou le douzième de son poids de charbon en poudre, et environ trois ou quatre blancs d'œufs par quintal de sirop, ou du sang de bœuf en remplacement. On fera chauffer de nouveau et on fera monter le bouillon. On réitérera alors l'addition d'une nouvelle et égale quantité de blancs d'œufs ou de sang de bœuf, qu'on aura eu la précaution de battre et de diviser, comme la première fois, avec du sirop un peu refroidi. On peut répéter une troisième fois cette addition d'une matière albumineuse. On passera ensuite le tout à travers un blanchet, en prenant la précaution de séparer les premières portions qui passeraient colorées.

« Afin de ne rien perdre, on délayera le charbon qui aura servi à l'opération dans du suc non évaporé, pour diviser et obtenir la plus grande partie du sirop à 15° qu'il retient. On peut continuer ce lavage même avec de l'eau, jusqu'à ce que le liquide obtenu ne donne plus de degré ou qu'un faible degré à l'aréomètre. Le charbon peut alors être séché et brûlé, ou bien calciné et lavé, pour pouvoir servir à une nouvelle opération.

« Le sirop obtenu peut ensuite être cuit par la preuve des raffineurs ou par celle du thermomètre, qui est plus commode pour les personnes qui ne sont pas habituées au travail des raffineurs. La masse cristallisée obtenue peut être versée, encore chaude, dans des cônes et être privée de son sirop, soit par la simple filtration, soit à l'aide de la presse. Ce dernier moyen est plus embarrassant, mais plus expéditif.

« Les sirops obtenus d'une très-mauvaise qualité de betteraves peuvent être évaporés de préférence sur des surfaces très-grandes à une température de + 60° de Réaumur; on pourra les verser dans des vases, soit de terre, soit de bois, dans les-

quels on aura mis un peu de cassonade, en maintenant ces sirops à une température de +30° à +35°. La cristallisation se déterminera en plus ou moins de temps, et comme les cristaux seront très-ténus, ce ne sera guère qu'au moyen de la presse qu'on pourra les séparer de la mélasse. M. Derosne borne maintenant aux sirops de mauvaise qualité ce procédé, qu'il avait précédemment recommandé pour toutes les espèces de sirops de betteraves, lorsqu'il indiqua le moyen de se passer de la longue exposition des sirops à l'étuve... »

En 1821, la Société de pharmacie de Paris proposa un prix sur ce sujet :

1° Déterminer quelle est la manière d'agir du charbon dans la décoloration, et, par conséquent, quels sont les changements qu'il éprouve dans sa composition pendant sa réaction.

2° Rechercher quelle est l'influence exercée dans cette même opération par les substances étrangères que le charbon peut contenir.

3° Enfin, s'assurer si l'état physique du charbon animal n'est pas une des causes essentielles de son action plus marquée sur les substances colorantes.

M. Bussy obtint le premier prix et M. Payen le second; voici les résultats constatés par le premier de ces expérimentateurs :

Le charbon des os, tel qu'il se trouve dans le commerce, ayant servi à l'auteur de terme de comparaison pour évaluer le pouvoir de tous ceux qu'il a soumis aux expériences, il a dû rechercher quelle était sa composition ; il l'admet comme formé généralement des substances suivantes :

Phosphate de chaux. Carbonate de chaux. Sulfate de chaux. Sulfure de fer. Oxyde de fer.	88
Fer à l'état de carbure silicé	2
Charbon renfermant de 6 à 7 pour 100 d'azote	10
	100

M. Bussy reconnut que, de toutes ces substances, la seule qui exerçât une action décolorante était le charbon ; il dut rechercher, en conséquence, quel était son mode d'action et

l'influence que pouvaient exercer les matières avec lesquelles il était mêlé ; il trouva :

1° Que la propriété décolorante est inhérente au carbone, mais qu'elle ne peut se manifester que lorsque le carbone se trouve dans certaines circonstances physiques parmi lesquelles la porosité et la division tiennent le premier rang.

2° Que, si les matières étrangères paraissent avoir une influence sur la décoloration, cela tient à ce qu'elles augmentent la surface du charbon qui est en contact avec le liquide.

3° Qu'aucun charbon ne peut décolorer lorsqu'il a été chauffé assez fortement pour devenir dur et brillant; que tous, au contraire, jouissent de cette propriété lorsqu'ils sont suffisamment divisés, non point par une action mécanique, mais par l'interposition de quelque substance qui s'oppose à leur agrégation.

4° Que la supériorité du charbon animal, tel que celui du sang, de la gélatine, provient surtout de sa grande porosité, et qu'elle peut être considérablement accrue par l'effet des matières avec lesquelles on le calcine, telle que la potasse.

5° Que la potasse, dans cette circonstance, ne se borne pas seulement à augmenter la porosité du charbon par la soustraction des matières étrangères qu'il contient ; mais qu'elle agit sur le charbon lui-même en atténuant ses molécules, et que, par cette raison, l'on peut, en calcinant les substances végétales avec la potasse, obtenir un charbon décolorant.

6° Que la force décolorante de différents charbons établie pour une substance suit généralement le même ordre pour les autres ; mais que la différence qui existe entre eux diminue à mesure que les liquides sur lesquels on les essaye sont plus difficiles à décolorer.

7° Que le charbon agit sur les matières colorantes en se combinant avec elles sans les décomposer, comme ferait l'alumine, et que l'on peut, dans quelques circonstances, faire reparaître la couleur, et l'absorber alternativement.

M. Bussy dressa des résultats de ses expériences un tableau dont nous extrayons ce qui est relatif à l'industrie des sucres.

Espèces de charbon.		Mélasse, 1 partie dans 20 parties d'eau. Quantité décolorée.
Charbon d'os du commerce............	1 gramme.	0lit,009 (cent. cub.)
Charbon épuré par l'acide chlorhydrique.	—	0 ,015 —
Charbon épuré par l'acide chlorhydrique et par la potasse...............	—	0 ,018 —
Sang calciné avec la potasse............	—	0 ,018 —
Noir de fumée calciné.................	—	0 ,003 —
Noir de fumée calciné avec la potasse...	—	0 ,009 —

De son côté, M. Payen a démontré :

1° Que le pouvoir décolorant des charbons, en général, dépend de l'état de division dans lequel ils se trouvent.

2° Que, dans les divers charbons, le *carbone* agit seul sur les matières colorantes, qu'il précipite en s'unissant avec elles.

3° Que, dans l'application du charbon au *raffinage du sucre*, son action se porte aussi sur les matières extractives, puisqu'il favorise singulièrement la cristallisation.

4° Que, d'après les principes ci-dessus, l'action décolorante des charbons peut être modifiée au point que les plus inertes deviennent les plus actifs.

5° Que la distinction qu'on a voulu faire entre les charbons végétaux et les charbons animaux est impropre, et qu'on peut lui substituer celle de *charbons ternes* et *charbons brillants*.

6° Que les substances étrangères au carbone, dans les charbons en général, et dans le charbon animal particulièrement, celles qui favorisent l'action décolorante, n'ont qu'une influence de position relative seulement au carbone; qu'elles lui servent d'auxiliaires, en isolant toutes ses parties les unes des autres et le présentant ainsi plus libre à l'action des matières colorantes.

7° Que le charbon animal, outre son pouvoir décolorant, a la propriété d'enlever la chaux en dissolution dans l'eau et les sirops.

8° Que ni le charbon végétal, ni quelques autres charbons, ne peuvent enlever la chaux ni à l'eau ni aux sirops.

Ces notions théoriques amenèrent même la fabrication momentanée, oubliée presque aujourd'hui, d'un charbon décolorant artificiel. Le procédé employé consistait à calciner le schiste bitumineux de Ménat avec environ 0,30 de son poids d'os d'animaux, et à réduire en poudre fine le résidu de cette carbonisation, ou bien à réduire en poudre fine un mé-

lange de charbon d'os et de schiste de Ménat. Dans tous les cas, il a été reconnu utile d'ajouter au schiste, avant de le carboniser, 0,03 de carbonate de chaux.

M. Pajot des Charmes préfère aussi dans ses expériences le charbon d'os au charbon de bois. Cet expérimentateur a trouvé :

1° Que, sur 100 parties de sirop coloré, on rencontre quelquefois jusqu'à 6 parties de matières insolubles très-colorées, séparables par la filtration.

2° Que, cette filtration opérée, on peut amener le sirop marquant de 30° à 32° Baumé à la couleur de l'eau, en le traitant par environ 13 pour 100 de charbon animal en quatre fois successives et à chaud. La première décoloration était faite avec 0,05, la seconde avec 0,04, la troisième avec 0,03, et la quatrième avec 0,01 de noir.

3° Dans une expérience à froid, 50 parties de sucre brut, dissoutes dans autant d'eau, furent traitées : 1° par 1/5 de noir; 2° par 1/7; 3°, 4° et 5° par 1/10. La décoloration était complète.

4° Un sucre brut de basse qualité a exigé trois passages au charbon : 1° sur 1/10; 2° et 3° sur 1/6 de son poids, à froid...

A la suite de ces expériences, M. Pajot conçut l'idée des *filtres à colonnes* pour remédier à la perte de temps occasionnée par les filtrations successives.

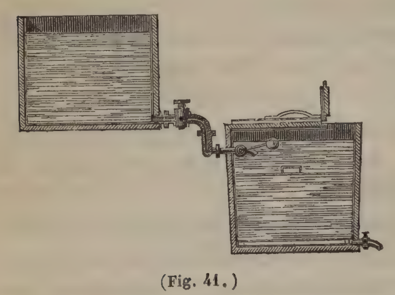
Nous n'avons pas à nous occuper de la disposition de ces appareils, dont tout le monde comprendra les conditions réalisables, d'après ce qui précède, et qui n'ont pas été adoptés par la pratique.

Enfin, l'auteur a essayé le pouvoir décolorant du chlore sur les sucres et sirops... Nous n'oserions nous fier à ce terrible agent, sans avoir été rassuré par une série d'expériences dûment contrôlées.

M. Pajot annonçait encore que le charbon animal des sucreries est un excellent engrais, et que le noir usé, calciné de nouveau, se revivifie et reprend sa puissance décolorante.

Lorsque la propriété décolorante du noir fut bien constatée, on ne tarda pas à l'employer dans la fabrication du sucre. On commença d'abord par s'en servir dans la *clarification* à l'état de *noir fin* et conjointement avec le lait, les œufs ou le sang, puis on arriva à se contenter de faire subir aux jus et aux si-

rops une ou plusieurs filtrations à travers une certaine masse de noir en grains.



(Fig. 41.)

Filtration décolorante.— M. Dumont, le premier, pensa à employer le charbon en grains comme substance filtrante, et il créa l'appareil connu aujourd'hui sous son nom, et qu'on emploie encore avec quelques modifications.

Nous reproduisons à ce sujet le passage suivant de M. A. Baudrimont:

« M. Dumont opère dans un filtre ayant la forme d'une pyramide quadrangulaire tronquée et renversée. Vers la partie inférieure de ce filtre, il existe un double fond percé de trous, sur lesquels on place une toile humide ; sur la toile on ajoute, couche par couche, du charbon animal humecté d'avance. Ce charbon, déposé le plus également possible, est tassé régulièrement avec un instrument de la forme d'une truelle de maçon. Cet instrument se fait encore d'une manière convenable avec une petite planche, sur laquelle on fixe une poignée en bois par les deux extrémités. Lorsque le filtre est rempli jusqu'à 1 ou 2 décimètres de la partie supérieure, on le recouvre d'un second diaphragme, qui peut être une simple toile de chanvre ou de lin, ou une toile métallique. C'est sur cette toile que l'on fait arriver le liquide à filtrer ; elle a pour but d'arrêter les matières étrangères qui pourraient obstruer les pores de la couche supérieure de charbon avant que son action chimique fût épuisée ; accident qui serait difficile à réparer, tandis que l'on change facilement la toile, si cet inconvénient se présente.

« Lorsque l'on fait fonctionner le filtre Dumont, le liquide à filtrer déplace devant lui le liquide qui a servi pour humecter le charbon animal, et force les fluides élastiques, l'air contenu dans ce filtre, à se rendre dans la partie inférieure de l'appareil, d'où il sort par un tube que l'on a soin de ménager dans un angle de la caisse. Lorsque le liquide est arrivé dans l'espace compris entre le fond du filtre et le diaphragme inférieur, on lui donne issue par un robinet spécial. Tant qu'il ne

coule que de l'eau, on la perd; mais lorsque cette eau commence à présenter une saveur sucrée, on la conduit dans le jus de betterave déféqué. A commencer de cette époque, il faut avoir soin d'essayer souvent la densité du liquide, car elle augmente rapidement : si l'on a filtré des sirops à 27° ou 28°, on peut le mêler aux sirops concentrés et préparés pour la cuite, quand il a atteint de 12° à 15°.

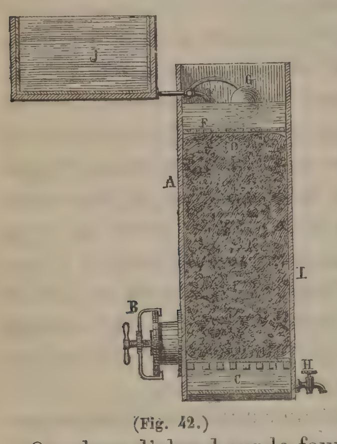
« Le filtre Dumont peut être remplacé par une simple caisse munie d'un robinet, au fond de laquelle on dépose une claie, ou des côtes d'animaux de préférence. Cette claie ou ces côtes sont ensuite recouvertes d'une toile et de charbon animal, comme il a été dit précédemment. Dans la pratique, la seule différence qui existe entre ce filtre et celui de Dumont consiste en ce que l'on est obligé d'ouvrir le robinet inférieur pour donner issue aux gaz à l'instant où l'on charge le filtre : sans cette précaution, la liqueur coulerait trouble, parce que l'air, s'échappant au travers de la masse du noir animal, la dérangerait, opérerait des lézardes, l'empêcherait de filtrer clair, et s'opposerait même à son action chimique, parce que le liquide s'écoulerait par les lézardes, qui lui offriraient un passage facile, plutôt qu'au travers de la masse de noir.

« Il est convenable de ne pas donner aux filtres Dumont une capacité qui dépasse 1 mètre cube. Au delà de cette capacité, ils deviennent trop difficiles à nettoyer, trop lents à charger, et entravent les opérations. Il est évident qu'un filtre de 10 mètres cubes ne saurait remplacer dix filtres de 1 mètre cube, car, dans le temps où on le viderait pour le remplir, il n'y aurait plus de filtration possible.

« Ces filtres doivent être établis dans un endroit tranquille, loin des manéges, des machines à vapeur et de tout ce qui pourrait les ébranler, parce que tout mouvement qui leur est communiqué les fait filtrer trouble. »

Les réservoirs dont les liquides, jus ou sirops, coulent dans les filtres Dumont doivent être disposés avec de doubles robinets, un pour les empêcher de fonctionner à volonté, et un second robinet à niveau, qui maintient toujours du liquide à la surface du filtre, sans jamais permettre qu'il en arrive de trop. La clef de ces sortes de robinets est placée horizontalement; elle est fixée après une tige qui porte une sphère creuse de métal, moins dense que l'eau, de telle manière qu'elle

ne s'y enfonce que d'une certaine quantité. A mesure que le liquide est introduit dans le filtre, il monte et soulève la sphère creuse située à l'extrémité de la tige qui réagit sur le robinet, et en diminue l'ouverture d'écoulement. Lorsque le liquide baisse, la sphère le suit, le robinet s'ouvre, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on arrête la communication du réservoir et du filtre, en fermant le robinet vertical. On se rendra facilement compte de cette disposition en consultant la figure 41.



(Fig. 42.)

Depuis que le *filtre Dumont* a reçu une application presque générale, il a été un peu modifié dans sa forme, mais non en principe. C'est ordinairement un grand cylindre de tôle ou de cuivre DD' (fig. 42) capable de contenir de 4,000 à 5,000 kilogrammes de noir : au fond C, se trouve postérieurement un trou d'homme B, pour la vidange du noir, lorsqu'il est usé. Un robinet F à flotteur G y amène le liquide du réservoir J.

On place d'abord sur le faux fond une toile de coton mouillée, puis on charge le noir humecté préalablement, et on le dispose par couches de 30 centimètres que l'on tasse au fur et à mesure. Lorsque le filtre est rempli à 40 ou 50 centimètres du bord supérieur, on recouvre le noir d'un linge humide, et l'on place sur celui-ci un disque métallique. Le flotteur sert à maintenir le niveau du liquide à peu près constant.

A mesure que le jus descend, on laisse le robinet H ouvert pour le passage de l'air chassé par le liquide. La première portion qui sort est de l'eau interposée, qu'on laisse écouler, et lorsque le moût sucré se présente, on le dirige vers un récipient ou vers un monte-jus pour le transporter aux chaudières à évaporer.

Il y a des fabricants chez lesquels on n'opère qu'une seule filtration sur le sirop à 25° ou 28° Baumé; d'autres font un débourbage sur le jus déféqué, puis, après concentration à 25° ou 28°, une filtration sur le noir, avant la cuite. La meilleure marche serait celle-ci : défécation et débourbage; concen-

tration à 15° ou 18°, et filtration sur le noir ; concentration à 25°-28° Baumé, filtration sur le noir et cuite.

Lorsque le noir n'a plus d'action, on le soumet à un lavage dont les eaux sont réunies à d'autres jus, puis on le retire par le trou d'homme, et on l'envoie à la révivification.

En général, un liquide ne se filtre bien que lorsqu'on lui a fait déposer les particules ténues qu'il tenait en suspension. On peut opérer cette séparation par la décantation, par le débourbage ou par les filtres Taylor.

Action du noir. — Il serait bien à désirer que l'on pût supprimer l'emploi du noir en sucrerie et le diminuer beaucoup en raffinerie ; c'est là un des plus grands *desiderata* de l'industrie actuelle, car rien n'est si encombrant que la manœuvre exigée par cet agent. Quant à son action, elle paraît être double : sa propriété décolorante n'est plus contestée, et on lui attribue, d'après M. Payen, la faculté de s'emparer de la chaux des jus.

D'autres personnes nient que cette réaction soit propre au noir, et la regardent comme résultant du carbonate d'ammoniaque qui accompagnerait presque toujours le charbon d'os.

Il se formerait alors du carbonate de chaux et de l'ammoniaque serait mise en liberté. Cette explication serait fort plausible en elle-même, et nous pensons qu'il conviendrait de la vérifier expérimentalement.

Dans l'autre manière de voir, le charbon animal aurait la propriété spéciale d'absorber la chaux des moûts et sirops. Auquel de ses éléments attribuer cette action?...

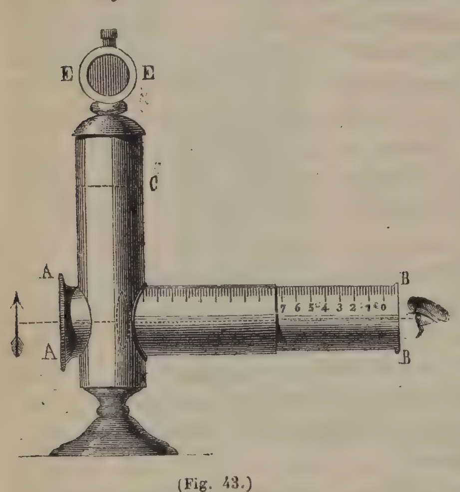
Assurément, ce ne peut être au carbonate de chaux, ni au fluorure de calcium. Serait-ce donc au phosphate de magnésie, qui formerait un sous-phosphate double et insoluble, ou au phosphate de chaux, ce qui donnerait lieu à un phosphate bibasique? Tout cela nous paraît fort problématique et peu conforme aux notions de la chimie élémentaire, et il faudrait une foi bien robuste pour ajouter confiance à cette hypothèse gratuite.

Il ne reste plus que les éléments ammoniacaux du noir ; or, en présence de l'acide carbonique qui se trouve toujours dans les moûts *jusqu'à une certaine densité*, qui est un des produits de l'altération des matières sucrées à toute température, ne peut-on pas admettre que ces éléments se carbonatent et réagissent sur la chaux?

Ceci est à vérifier par expérience, mais nous paraît beaucoup plus probable et plus rationnel *à priori* que l'autre manière de voir.

Quoi qu'il en soit, on essaye les noirs de deux manières différentes relatives, l'une, à leur *pouvoir décolorant*, l'autre, à leur *puissance absorbante*.

Essai des noirs. — Quand on veut juger du pouvoir décolorant d'un noir, on peut se servir avec avantage du *décolorimètre* de M. Payen. Voici la description de cet instrument (fig. 43).



(Fig. 43.)

Il consiste en un tube horizontal en cuivre jaune, de 3 centimètres de diamètre sur 10 centimètres de longueur environ, et communiquant avec un tube vertical.

Un autre tube horizontal mobile, divisé en centimètres et millimètres, entre à frottement dans le tuyau fixe latéral; il est terminé à son ouverture BB par un disque de verre blanc, qui, au moyen du tirage, peut être rapproché ou éloigné d'un autre disque fixé en AA au tube vertical; les centres de ces deux disques se correspondent comme les verres d'une lunette. A la partie supérieure du tube vertical on place un petit cylindre dans lequel sont fixés, à 1 centimètre de distance, deux disques en verre entre lesquels on introduit par une petite ouverture la liqueur qui sert de point de comparaison avec celle qui a été traitée par le charbon, et qu'on a placée dans le tuyau horizontal.

La liqueur qui sert à essayer le pouvoir décolorant des charbons organiques ou inorganiques est une solution de caramel, étendue de 100 fois son poids d'eau. On prend 1 décilitre de cette liqueur d'épreuve, et on le met dans un flacon de 180 grammes avec 2 grammes de charbon pulvérisé, on agite vivement pendant une minute, puis on filtre à deux reprises

successives la liqueur sur un filtre de papier joseph. Cette liqueur filtrée est placée dans le tube vertical, et en tirant doucement le double tuyau horizontal on en fait passer une partie entre les deux verres AA et BB, jusqu'à ce que la nuance de la solution paraisse avoir la même intensité que la liqueur d'épreuve placée dans le petit cylindre EE. En examinant sur l'extérieur du tuyau mobile les divisions qui marquent l'écartement des deux disques, on reconnaîtra quelle est l'épaisseur de cette couche liquide. Ainsi, lorsque la couche de liquide traité par le charbon est double de celle de la liqueur d'épreuve, le charbon a enlevé la moitié de la matière colorante ; lorsqu'elle est triple, on est assuré qu'il en a absorbé les deux tiers.

Ce procédé simple, mis à la portée des fabricants, permet d'estimer facilement les différentes qualités des noirs livrés au commerce. En général, le meilleur charbon animal marque 3° au décolorimètre, les charbons d'os ordinaires fournissent entre 2° et 3°, le charbon végétal marque de 1°,5 à 2°, d'après les observations de M. Payen[1].

Quant à la faculté des noirs pour absorber la chaux, on la dose de la manière suivante :

Dans un flacon A, on a du sucrate de chaux titré, coloré par le tournesol et dosé de manière qu'un volume soit *neutralisé exactement* par le même volume d'une solution d'acide sulfurique.

Dans un flacon B, on conserve une dissolution d'acide sulfurique telle, qu'un volume *sature exactement* le même volume de sucrate de chaux.

Dans un flacon C, on conserve la liqueur B au centième, soit étendue de 99 parties d'eau distillée pour 1 partie de liqueur normale acide. Il faudra 100 parties en volume de la liqueur C pour saturer un volume de A.

Tout cela étant compris, supposons un noir à essayer. Nous en pesons 10 grammes, et sur ces 10 grammes, placés dans un flacon à médecine, nous versons 10 centimètres cubes de sucrate de chaux A, étendus de 90 centimètres cubes d'eau distillée. Le mélange est agité avec soin à plusieurs reprises, et, au bout d'un quart d'heure, le tout est jeté sur un filtre. La liqueur limpide doit servir à apprécier le pouvoir absorbant du noir.

Puisque 1 centimètre cube de la liqueur A est saturé par

[1] Lassaigne.

1 centimètre cube de B, il le sera par 100 centimètres cubes de la *liqueur centime* C. Si donc nous mettons, dans un tube gradué par demi-centimètres, après y avoir ajouté une goutte de teinture de tournesol ou de violettes, 10 centimètres cubes du liquide traité par le noir, lesquels représentent 1 centimètre cube de liqueur normale A, nous pouvons chercher quelle est la quantité de liqueur centime C qu'il faut ajouter pour la neutraliser, et nous jugerons la puissance absorbante du noir essayé.

Prenons quelques chiffres pour fixer les idées.

Soit dans le tube d'essai :

20 divisions = 10 centimètres cubes de liqueur A *étendue* au $\frac{1}{10}$, traitée par le noir, quantité qui égale 1 centimètre cube de la liqueur A normale.

Nous devrions verser pour la saturation du sucrate :

200 divisions = 100 centimètres cubes de la liqueur centime C, puisque ces 200 divisions répondent à 1 centimètre cube de liqueur acide normale B. En opérant lentement et en agitant après chaque addition, nous trouvons que la neutralisation est obtenue lorsque nous avons versé 40 divisions ou 20 centimètres cubes, soit 20 pour 100 de la quantité normale. Le noir a donc absorbé l'équivalent de 160 divisions ou 80 centimètres cubes, soit 80 pour 100. Sa force absorbante sera de $\frac{80}{100}$. Si nous essayons comparativement plusieurs noirs, nous les trouverons de différentes forces et nous établirons facilement quelle est leur valeur vénale ou manufacturière *relative*.

Ce procédé, fort exact en lui-même, ne préjuge rien sur les causes théoriques du pouvoir absorbant[1].

[1] On peut apprécier par ce moyen quelle est la quantité de chaux qui sera absorbée par le noir... Puisque la liqueur sulfurique B neutralise son volume de sucrate de chaux, si l'on prend 1 décilitre de cette liqueur au centième, représentant 1 centimètre cube de sucrate, et que, après l'avoir placé dans un vase sur le plateau d'une balance et avoir équilibré le tout par des poids, on y introduise peu à peu, en agitant, de la chaux vive finement pulvérisée, jusqu'à saturation exacte, les poids qu'il faudra ajouter pour rétablir l'équilibre représenteront exactement la chaux employée, soit, *par exemple :* 0gr,06. Ces 6 centigrammes représentent l'action de 1 centimètre cube de liqueur normale acide B et répondent à la chaux contenue dans 1 centimètre cube du sucrate d'essai. Or, 10 grammes de noir ont absorbé les $\frac{80}{100}$ de la chaux contenue dans la liqueur essayée (= 10 centimètres cubes de A = 0,6 décigrammes), soit

Il convient de l'appliquer à l'appréciation des noirs révivifiés.

Révivification des noirs.— « Lorsque, dit M. Payen, dans la fabrication ou le raffinage du sucre, on a fait passer une certaine quantité de sirop, plus ou moins coloré, sur du noir, la propriété décolorante de ce charbon s'épuise, et si l'on n'avait trouvé un moyen économique de la lui rendre, les quantités de charbon d'os eussent été insuffisantes pour notre industrie sucrière. On parvient à rendre au noir en grains sa propriété décolorante en le débarrassant, par un lavage, des matières solubles ou délayables dans l'eau, puis en le soumettant à une calcination qui carbonise les substances organiques adhérentes et met les surfaces charbonneuses à découvert. Le noir peut être révivifié de 20 à 25 fois : car la déperdition qu'il éprouve est évaluée à 4 ou 5 pour 100 dans chaque révivification. »

Plusieurs appareils laveurs méthodiques sont employés dans les sucreries. L'un d'entre eux, que semble préférer M. Payen, consiste en une grande auge demi-cylindrique, en bois, doublée de cuivre et légèrement inclinée, dans laquelle tourne une vis d'Archimède remontant le noir, tandis que l'eau versée dans la partie la plus élevée de cette auge marche dans le sens contraire.

« Les fours employés pour la fabrication du noir d'os pourraient servir à la révivification ; mais la forme granuleuse une fois acquise, il est avantageux d'en profiter pour employer des appareils à calcination continue dont les effets sont plus avantageux sous les rapports de l'économie du combustible, de la main-d'œuvre et de la régularité de la calcination ; la révivification exige d'ailleurs une température moins élevée que la fabrication du noir. Les principaux appareils employés pour la révivification sont formés de tuyaux en maçonnerie de brique interposés entre les cheminées de foyers situés au bas du four ; les tuyaux peuvent être en fonte enduite de terre e juxtaposés, comme dans les appareils de M. Crespel-Dellisse, indiqués ci-contre. Dans ces deux fours, le noir est chargé par

$0{,}006 \times 80 = 4{,}80$... 10 grammes du noir essayé ont absorbé 0,480 de chaux, ce noir absorbera donc par kilogramme 48 grammes de chaux.

Il n'est besoin que de doser une fois la liqueur acide pour pouvoir se rendre compte par le calcul du pouvoir absorbant positif de tous les noirs soumis à l'essai.

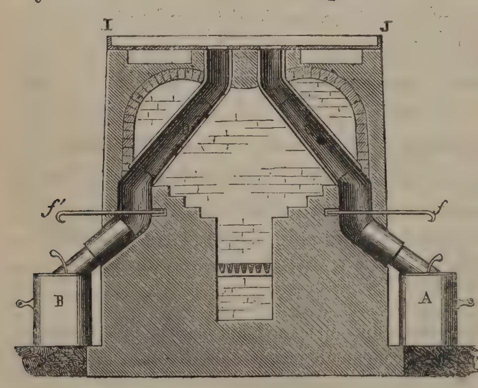
la partie supérieure et s'écoule par le bas des tubes ; la vidange s'opère à volonté au moyen d'un registre, et le noir est reçu dans des étouffoirs où il peut se refroidir sans contact avec l'air.

« On trouve de l'avantage à faire écouler le noir d'une manière intermittente, de façon à le laisser en contact pendant vingt-cinq ou trente minutes avec les parois chauffées au rouge, c'est-à-dire dans un espace de 1 à 2 mètres au-dessus du foyer.

« Souvent le noir révivifié est moins décolorant que le noir neuf : cela tient à une certaine quantité d'un charbon brillant, non poreux, formé à la surface des grains. Le charbon provient des matières organiques retenues par le noir pendant la filtration, et qui laissent, en se carbonisant, cette sorte d'incrustation brillante.

« M. Kuhlmann a imaginé un moyen d'éliminer ce vernis charbonneux : il consiste à soumettre le noir révivifié à un frottement léger entre deux meules horizontales, assez écartées pour éviter le broyage des grains ; par cet ingénieux procédé, il fait subir à ceux-ci une espèce de décortication qui remet à nu le charbon d'os ; la folle farine provenant de cette décortication est appliquée à la confection de l'engrais dit *noir animalisé*.

« Dans les deux systèmes de fours coulants, en fonte ou en maçonnerie, il faut de 1,000 à 1,200 kilogrammes de houille coûtant de 15 à 30 francs, pour calciner au point convenable 5,000 kilogrammes de noir, la main-d'œuvre coûtant en moyenne 10 francs ; on voit que 5,000 kilogrammes de noir révivifié reviennent, suivant le prix de la houille, de 25 à 40 francs, ou que 100 kilogrammes coûtent de 50 à 80 centimes. »



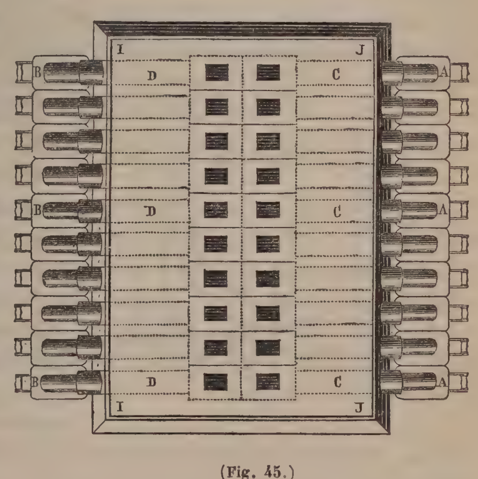
(Fig. 44.)

Voici maintenant (fig. 44 et 45) la description des appareils de M. Crespel-Dellisse. Nous avons

vu fonctionner ce système, dont les fabricants n'avaient, disaient-ils, qu'à se louer.

La figure 44 représente la coupe du four. Au sommet en IJ est un espace quadrangulaire où l'on étend le noir lavé pour le faire sécher. Dans ce but, l'air chaud du foyer pénètre et circule par des carneaux dans des espaces libres ménagés sous la tôle qui sert de plancher à la plate-forme IJ. Les tuyaux C et D reçoivent le noir à révivifier par leur ouverture supérieure, et le registre *f* sert à retenir ce noir au contact avec la chaleur et à le faire couler dans les étouffoirs AB après la calcination.

La figure 45 indique le plan supérieur du four; IJ est la plate-forme en tôle au-dessus des carneaux pour recevoir le noir lavé qui y subit la dessiccation avant d'être introduit dans les tuyaux de calcination; les lettres CD indiquent le plan vertical dans lequel se trouvent les tuyaux; A B sont les étouffoirs, et le dessin indique en noir les orifices supérieurs des tuyaux par lesquels on introduit le noir séché.



(Fig. 45.)

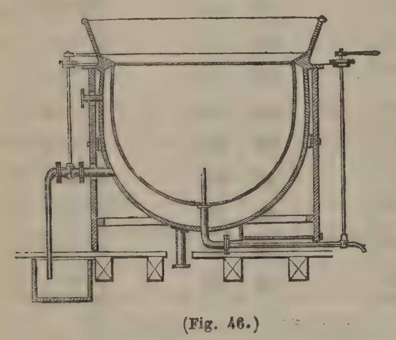
Le four étant graduellement échauffé et les registres *ff* fermés, on introduit du noir sec dans les vingt tuyaux, dont on ferme l'ouverture par un couvercle en tôle. Au bout de vingt-cinq minutes, on ouvre les registres et l'on reçoit le noir calciné dans les étouffoirs que l'on ferme aussitôt. Les registres étant refermés, on remplit de nouveau les tuyaux avec du noir sec; lorsque cette seconde calcination approche de son terme, les étouffoirs sont vidés dans une citerne en briques et prêts à servir de nouveau.

On fait ainsi 48 charges en vingt-quatre heures.

Le noir révivifié et refroidi est bluté avec soin pour le séparer de la poussière ou folle farine, que l'on peut employer pour la fabrication des engrais, ou pour le traitement des écumes de défécation, etc.

Clarification des sirops. — Cette opération, qui se pratiquait généralement autrefois, a été abandonnée dans la plupart des fabriques et remplacée par une filtration sur le noir en grains. Cependant il paraîtrait que le noir ne peut pas toujours suppléer à la clarification, et plusieurs fabricants regardent cette manipulation comme étant toujours utile et très-souvent indispensable.

Il arrive souvent que des sirops qui ne veulent pas *cuire* se comportent ensuite fort bien lorsqu'on leur a fait subir la clarification.


(Fig. 46.)

Les meilleurs appareils à employer pour cette opération sont des chaudières à double fond, chauffées à la vapeur, comme celle de la figure 46. Les chaudières à feu nu sont d'un mauvais usage, parce qu'on est obligé d'éteindre le feu à la fin de chaque clarification, et qu'il n'est guère possible de conduire les écumes convenablement.

Voici comment on procède :

Dans le sirop à 25°-28° Baumé, on délaye de $0^{lit.},50$ à $0^{lit.},75$ de sang de bœuf par hectolitre. Ce mélange se fait mieux si l'on commence par délayer le sang avec trois ou quatre fois son volume de sirop, que l'on verse ensuite dans la chaudière. On agite avec soin à l'aide d'un râble ou d'un mouveron, puis on ajoute 1 kilogramme 1/2 ou 2 kilogrammes de noir fin par hectolitre. On agite pour bien mélanger le tout, et l'on élève doucement la température jusque vers +60°, en continuant de remuer. On cesse alors d'agiter la masse afin de laisser précipiter le noir; mais la chaleur augmentant, l'albumine du sang se coagule, elle enveloppe le noir dans un réseau et remonte avec lui à la surface. On fait monter quelques

bouillons jusqu'à ce que l'on voie les écumes se fendiller.

Le produit est filtré dans un filtre à débourber, ou mieux dans un filtre Taylor, et il est envoyé aussitôt à la cuite.

La clarification n'est parfaite que si le sirop est bien neutre, car dans le cas d'acidité ou d'alcalinité de la liqueur, il reste dans le sirop de l'albumine en dissolution qui forme des masses d'écumes à la cuite. Il convient donc de neutraliser exactement les sirops que l'on veut clarifier.

Le sang de bœuf offre la composition suivante sur 1,000 parties :

Eau	798,90
Fibrine	7,60
Albumine	26,10
Hémato-globuline	164,70
Matières extractives et sels	2,70
	1000,00

Le sang de mouton contient de 26,40 à 33,60 d'albumine, celui de cheval de 78,88 à 303,29 sur 1000 parties.... Comme c'est à ce principe qu'est due la clarification, on comprend que, dans certaines circonstances, le sang de cheval serait préférable à celui de bœuf et qu'il ne faudrait en employer qu'une moindre quantité.

CUITE.

La cuite n'est autre chose que le complément d'évaporation nécessaire pour amener les sirops à cristallisation. Elle se fait le plus souvent à feu nu dans les colonies, à la vapeur dans les fabriques européennes. Depuis quelques années la fabrication indigène a adopté avec grande raison les *appareils à cuire dans le vide,* qui cuisent à l'aide d'une basse température.

Nous décrirons les appareils à cuire dans les chapitres consacrés à l'extraction du sucre de canne et du sucre de betterave.

Le sirop concentré, filtré et clarifié, prêt à subir la cuite, se nomme *clairce*. La cuite est une opération assez délicate sur laquelle M. Baudrimont a fait des observations fort judicieuses que nous croyons devoir reproduire, en les faisant suivre tou-

tefois de quelques remarques relatives à divers objets de détail.

« Le sirop à 25° Baumé bout à la température de +83° Réaumur (+103,75 degrés centésimaux). Voici ce qu'on observe :

Lorsque la cuite marche bien, le sirop monte peu, le bouillon est clair, les yeux se succèdent avec rapidité et crèvent facilement ; on pousse alors la concentration jusqu'à ce qu'on obtienne la preuve. Celle-ci peut se prendre de cinq ou six manières différentes ; les voici classées selon leur importance : *preuves au filet, au soufflé, à l'eau* ou *au boulé, au thermomètre.* La *preuve à la dent* a du rapport avec la preuve au filet et avec la preuve à l'eau. La *preuve au moyen de la densité,* prise à l'aide d'un aréomètre, est défectueuse, attendu que l'épaississement du sirop est trop considérable pour qu'elle puisse avoir une grande valeur. Tous les degrés de concentration, inférieurs à la cuite, s'apprécient très-bien, au contraire, avec cet instrument.

Pour tenter la preuve au filet, on prend, entre le pouce et l'index, une très-petite portion de sirop à essayer ; on en attend le refroidissement ; alors on écarte les doigts en les plaçant entre l'œil et la lumière, et en ayant soin d'éviter le contact de la vapeur qui entoure toujours les chaudières. Voici alors ce qu'on observe successivement à différents degrés de concentration, en marchant vers la cuite : 1° deux gouttes se séparent ; celle qui est sur le pouce, à la partie inférieure, est plus grosse que celle de l'index ; 2° les gouttes deviennent à peu près égales, et leur séparation n'a lieu qu'après un plus grand écartement des doigts ; 3° à un écartement de 2 centimètres, il existe une petite colonne qui se maintient et qui finit par se rompre à la partie inférieure : alors le bas du filet devient claviforme (en forme de massue), et il remonte lentement vers l'index ; 4° la même chose a lieu à une distance un peu plus grande : la partie inférieure de la goutte se replie et vient donner au filet la forme d'une massue ou d'une lame allongée qui remonte plus rapidement que précédemment ; 5° après un plus grand écartement des doigts, le filet se rompt en restant très-mince et presque imperceptible par la partie inférieure, qui, en se jetant de côté, se tortille en tire-bouchon. Cette extrémité ne se replie pas sur le reste du filet, comme cela avait lieu précédemment, et celui-ci n'augmente de vo-

lume que par la cohésion qui rappelle les molécules vers l'index, seul point adhérent. Un peu plus tard, le filet ne peut plus du tout revenir sur lui-même. On cuit quelquefois à ce dernier degré et d'autres fois au degré précédent.

La preuve au soufflé se prend avec une écumoire que l'on trempe dans le sirop ; on l'agite pour éviter l'écume, et on la secoue légèrement au sortir du sirop pour le répartir également sur la surface de l'instrument ; on tient alors le manche horizontalement, on incline la lame de 45° environ, en tenant le bord inférieur plus rapproché du suc, et l'on souffle fortement dessus : le sirop est bien cuit, s'il se détache, à chaque ouverture de l'écumoire, une bulle sphérique ayant au moins 1 centimètre de diamètre. Plus le sirop est éloigné de la cuite, moins on en obtient et plus elles sont petites. Il faut éviter la vapeur d'eau, qui empêche leur formation, et se servir d'une écumoire dont les ouvertures aient tout au plus 3 millimètres de diamètre.

On observe aussi que, lorsqu'on retire l'écumoire du sirop, en tenant son manche horizontalement et sa lame perpendiculaire, le sirop s'étend et s'écoule en nappe qui se divise comme par une déchirure, en partant d'un des côtés de l'écumoire.

La preuve à l'eau ou au boulé se prend en mettant environ 15 grammes (1/2 once) de sirop en essai dans un vase contenant de l'eau froide ; on le prend alors dans la main, et s'il se laisse rouler en boule sans se dissoudre entièrement et sans s'écouler entre les doigts, il est suffisamment cuit. En étendant cette masse, la tenant à deux mains et la plaçant entre l'œil et la lumière, on aperçoit facilement les plus petites parcelles de corps étrangers que le sirop peut contenir, tels que charbon animal, dépôt salin des chaudières, etc.

La preuve à la dent se prend en plaçant un filet de sirop entre les dents et les rapprochant les unes contre les autres ; s'il offre de la résistance sans trop s'écraser, le sirop est vers le point de la cuite. Cette épreuve exige une grande habitude et ne peut se décrire facilement.

Le thermomètre seul ne suffit pas pour donner une preuve : elle peut varier entre + 90° et + 93° Réaumur ; mais il est d'une grande utilité lorsque, par des essais préliminaires, on a déterminé la température à laquelle se termine une cuite de

sirop appartenant à une masse plus considérable : toutes celles qui suivent se font au même degré, et, au moyen du thermomètre, on est à même d'apprécier tous les progrès de l'évaporation et de l'arrêter à temps.

On peut obtenir la preuve d'un sirop par le filet et le soufflé, avec une grande précision, lorsqu'on a un peu d'habitude. Une partie de sirop bouillant à 27° de l'aréomètre de Baumé, se réduit de 0,4 en volume, par la cuite à + 91° Réaumur, et un peu moins en poids, parce que la densité du sirop cuit est plus grande que celle du sirop à 27°. Plus on avance vers la cuite, moins il faut évaporer d'eau pour obtenir un degré.

Quand on travaille des betteraves mûres, de bonne nature et récemment arrachées de terre, le premier sirop donne toutes les preuves à 90° Réaumur. Les mêmes betteraves retirées des silos donnent un sirop qui exige au moins 92°. Cela tient à ce que la quantité de sucre diminue dans le suc, tandis que les autres matières restent en même quantité, si elles n'augmentent pas.

La cuite, telle qu'elle vient d'être détaillée, appartient aux sirops neutres ; mais les sirops acides et les sirops alcalins présentent de grandes différences : les premiers cuisent généralement bien, mais ils se colorent beaucoup vers la fin de la cuite et prennent alors l'odeur de raisiné. Dans ce cas, la preuve au soufflé se montre avant la preuve au filet. Les sucres provenant de ces sirops sont très-peu nerveux et fortement colorés. Le sirop vert ne peut pas supporter deux travaux. L'acidité des sirops peut provenir de causes différentes : 1° de défécations contenant trop peu de chaux ; 2° de sirops peu concentrés, conservés trop longtemps ; 3° de la décomposition du sulfate d'ammoniaque par la chaleur. Ce sulfate d'ammoniaque peut provenir d'acide sulfurique employé à la défécation, ou bien pour neutraliser des sirops trop alcalins [1]. Dans tous les cas, il faut saturer le sirop par une suffisante quantité de lait de chaux, et clarifier; les sirops s'amé-

[1] Le sulfate d'ammoniaque est décomposé par le sucre et l'eau à la température de l'ébullition du sirop. Il se dégage de l'ammoniaque et l'acide reste dans le sirop. Si celui-ci contient des nitrates, il peut encore arriver qu'il se produise des vapeurs d'acide hyponitrique qui sont dues à la réaction du sucre sur l'acide nitrique séparé du nitrate par l'acide sulfurique devenu libre par la décomposition du sulfate d'ammoniaque.

liorent, mais on n'a jamais alors remédié qu'à une faible partie du mal déjà produit. Les sirops alcalins cuisent lentement, avec difficulté et quelquefois pas du tout. Souvent le bouillon ne se déclare pas, le sirop monte, et les corps gras qu'on y ajoute pour diminuer le bouillonnement ont très-peu d'influence sur lui. Si le bouillon vient à se déterminer, il a un aspect gras, et les bulles qui en partent se succèdent lentement et traversent quelquefois toute la chaudière d'un bout à l'autre sans crever. Bientôt le mouvement se ralentit, le bouillon s'éteint, le sirop baisse, les bulles disparaissent, et l'on brûlerait le sirop plutôt que de le faire bouillir en élevant la température ; mais si l'on opère dans une chaudière à vapeur et qu'on en ferme le retour d'eau dans le but de la faire baisser, le bouillon reparaît un instant ; et en renouvelant cette manœuvre plusieurs fois, on parvient encore à évaporer un peu d'eau et quelquefois à atteindre la cuite, quand on n'en était pas très-éloigné ; quand la distance est fort grande, on n'y peut jamais parvenir, à moins que l'on n'ait affaire à des sirops qui refusent de cuire, parce qu'ils contiennent des matières solides en suspension.

Il arrive souvent que les sirops alcalins présentent de l'écume vers les premiers bouillons. Elle est assez abondante et se reforme à mesure qu'on l'enlève. Cette écume paraît due à de l'albumine dissoute par de l'ammoniaque rendue caustique par la présence de la chaux. Celle-là s'échappe par l'évaporation, et l'albumine redevient libre, mais mal coagulée, à cause de la présence des autres alcalis. Quand on ajoute un corps gras à un sirop qui ne veut pas cuire, soit pour l'empêcher de monter, soit pour faciliter l'évaporation de l'eau, il se forme une matière jaune opaque qui vient en grande abondance nager sur le sirop : c'est un savon insoluble, à base calcaire, dont les acides varient suivant la nature du corps gras employé.

L'alcalinité des sirops peut être produite par de la chaux, par de la potasse et par de l'ammoniaque. La chaux provient constamment de celle qu'on a employée pour déféquer le sucre de betterave. La potasse provient des engrais ou des détritus de matières organiques cultivées avant les betteraves ; mais à quel état cette potasse se trouve-t-elle dans cette plante ?

Selon l'analyse de M. Braconnot, il est probable qu'elle y est

à l'état d'oxalate. Elle ne saurait y être à l'état de carbonate, puisque le suc de la betterave est plutôt acide qu'alcalin.

Lorsque la chaux se trouve en trop grande quantité dans les sirops, et qu'elle les empêche de cuire, elle fait naître un véritable inconvénient de la fabrication, et il faut nécessairement aviser au moyen de s'en débarrasser. Pour cela j'ai souvent employé l'acide sulfurique avec succès. L'emploi de cet acide passe pour très-dangereux, mais en réalité il ne l'est nullement lorsqu'on s'en sert convenablement. Les sirops qui refusent de cuire par excès de chaux sont toujours très-alcalins, et par conséquent ils ramènent au bleu le papier de tournesol rougi par un acide. On a essayé de neutraliser exactement ces sirops, et il en est résulté les plus graves inconvénients : de là l'erreur qui a fait rejeter l'emploi de l'acide sulfurique en cette circonstance.

Le mauvais effet de l'acide sulfurique employé de cette manière vient de ce que l'alcalinité des sirops est en partie due à de l'ammoniaque, de ce que le sulfate d'ammoniaque produit se décomposant à la cuite, comme il a été dit précédemment, l'acide sulfurique réagit rapidement sur le sucre et le détruit.

Pour être sûr d'employer l'acide sulfurique sans inconvénient, il faut bien se garder de neutraliser complétement les sirops. Il faut toujours leur conserver un grand excès d'alcalinité et *n'ajouter d'acide que juste ce qu'il faut pour permettre au sirop d'atteindre le degré de la cuite*. Cela s'obtient facilement, à l'aide de tâtonnements ; mais avant d'ajouter l'acide au sirop, il est indispensable de le mêler avec huit ou dix fois son volume d'eau.

Si le carbonate d'ammoniaque était d'un prix moins élevé, on pourrait l'employer pour précipiter la chaux ; mais il aurait encore l'inconvénient de laisser dans le sirop une immense quantité d'ammoniaque qui ne serait chassée que péniblement par la chaleur, *probablement parce qu'elle serait combinée avec le sucre en remplacement de la chaux*.

On peut encore repasser les sirops sur un filtre de charbon, mais cela est peut-être trop dispendieux pour être employé avec avantage.

L'acide carbonique est celui de tous les corps qui offrirait le moins d'inconvénients, et on pourrait l'obtenir à un très-bas prix. Seulement il exigerait un appareil particulier. La quantité

d'acide hydrochlorique qui suffirait pour neutraliser la chaux du sirop suffirait également pour décomposer le carbonate de chaux, dont l'acide serait employé pour enlever cette chaux.

Il n'est aucun doute qu'il existe de la potasse dans la betterave, mais elle peut être combinée à différents acides, et cela est fort difficile à déterminer. On est conduit à l'admettre à l'état libre après la défécation ; sa présence pourrait expliquer quelques phénomènes, et il m'a été impossible de la démontrer autrement que par l'observation suivante : lorsqu'on sature du sirop de betteraves conservées dans des silos, et auxquelles on a ajouté beaucoup de chaux, voici ce qu'on observe : en versant avec ménagement de l'acide sulfurique dilué, il se forme un nuage blanc qui disparaît par l'agitation ; si l'on examine la liqueur dans un tube d'un diamètre en raison inverse de l'intensité de sa coloration, on voit qu'elle est restée limpide ; cela peut se répéter plusieurs fois. Le nuage blanc qui se forme est du sulfate de chaux qui troublerait immanquablement la liqueur s'il n'y avait dans le sirop de la potasse libre qui le décompose instantanément, l'ammoniaque ne pouvant agir de la même manière, puisque les sels de cette base sont décomposés par la chaux. A une certaine époque de la saturation, le sulfate de chaux ne disparaît plus, et il se dépose lentement. Si le dépôt est abondant, à lui seul il peut s'opposer à la cuite du sirop ou la retarder considérablement. C'est pourquoi il faut attendre qu'il ne reste plus rien en suspension pour que la saturation ait un résultat favorable. Si l'on voulait refiltrer un pareil sirop, il faudrait également attendre que le dépôt fût formé pour que la filtration marchât bien. Pour ne point perdre de temps, on pourrait le clarifier. Ce dépôt, analysé à l'état humide, contient, indépendamment du sirop, beaucoup de sulfate de chaux, très-peu de sulfate de potasse et des traces d'albumine. La présence du sulfate de potasse est expliquée par son peu de solubilité, si on la compare à celle des autres sels de la même base, et l'albumine était probablement tenue en dissolution par la potasse libre.

Plus les sirops sont de qualité inférieure, plus la cuite doit être *serrée ;* aussi doit-on cuire plus fortement les seconds produits que les premiers, comme nous le verrons plus tard.

La cuite est une des opérations les plus importantes de la fabrication du sucre indigène ; cependant son importance re-

lative est moins grande dans cette fabrication que dans le raffinage : lorsque la betterave est de bonne nature et que les opérations préliminaires ont été bien conduites, la cuite n'offre jamais de difficultés. Cela ne voudrait pas dire, toutefois, qu'elle ne nécessiterait pas de grands soins, car dans cette opération le sucre est soumis à une température élevée, et si les appareils ne sont point bien conçus, il subit un commencement d'altération. »

Remarques. — 1° Il est bien exact de dire que le thermomètre seul ne suffit pas pour donner la preuve. On peut obtenir la cuite à + 100°, et au-dessous ; l'élimination de l'eau ne dépend que du temps employé dans ce cas. Nous avons obtenu la cristallisation du sucre prismatique en plaçant du sirop à 30° Baumé sous une cloche, en présence de l'acide sulfurique concentré ou de la chaux caustique.

2° Il est encore très-vrai que les bonnes racines donnent un produit qui cuit mieux et plus vite que les autres.

3° Les observations relatives aux sirops acides méritent attention. Ces sirops cuisent bien, mais ils noircissent et donnent plus de mélasse que les autres ; le sucre est gras et il se décompose facilement : c'est le cas des sucres de canne préparés par les procédés ordinaires. Les deux premières causes de l'acidité des sirops sont inattaquables ; la troisième n'est pas assez prise en considération par les fabricants, dont l'intérêt est de ne jamais avoir que le moins possible de sulfate d'ammoniaque dans les sirops.

4° Nous ne saurions partager l'opinion de l'auteur relativement à l'emploi de l'acide sulfurique pour neutraliser les sirops alcalins; nous en avons exposé les raisons. Il est bien difficile, pour ne pas dire impossible, de n'*ajouter que juste ce qu'il faut d'acide*...

5° Le carbonate d'ammoniaque nous paraît être d'un mauvais emploi, le sucrate d'ammoniaque étant presque aussi nuisible que le sucrate de chaux.

6° L'acide carbonique n'a qu'une action limitée, et il est certains sucrates de chaux sur lesquels il n'opère aucune décomposition... . . . .

Nous compléterons ce qui est relatif à la preuve empirique du sirop lorsque nous traiterons de la raffinerie ou purification des sucres (voir liv. III, 2e volume).

Les diverses *preuves* répondent aux degrés suivants de température dans la cuite à l'air libre.

PREUVES.	TEMPÉRATURE de L'ÉBULLITION.	CONTENANCE SUR 100 PARTIES.	
		EN SUCRE.	EN EAU.
Filet...............	109^0	85	15
Crochet léger.........	110 ,5	87	13
— fort..........	112	88	12
Soufflé léger..........	116	90	10
— fort............	121	92	8
Cassé petit............	122	92,67	7,33
— grand...........	128 ,5	95,75	4,25
— sur le doigt......	132 ,5	96,55	3,45

Ces chiffres présentent des différences notables avec la table de Dutrone que nous reproduisons ici.

DEGRÉS du thermomètre centigrade.	THERMOMÈTRE de RÉAUMUR.	EAU de dissolution enlevée à chaque degré du thermomètre.	PRODUIT en sucre qui peut cristalliser pour chaque degré.	EAU qui est restée combinée au sucre à l'état de sirop après la cristallisation.	SUCRE qui reste combiné à l'eau à l'état de sirop après la cristallisation.
	Degrés.	Kil. gr.	Kil. gr.	Kil. gr.	Kil. gr.
103,75	83	» »	» »	60 »	100 »
105 »	84	4,810	8 »	55,190	92 »
106,25	85	11,560	19,250	48,440	80,750
107,50	86	18 »	30 »	42 »	70 »
108,75	87	24,600	41 »	35,400	59 »
110 »	88	31,266	52 »	28,734	48 »
111,25	89	33,750	56 »	26,250	44 »
112,50	90	36,187	60,312	23,813	39,688
113,75	91	38,062	63,250	21,938	36,750
115 »	92	39,250	66,187	20,750	33,813
116,25	93	41,475	69,125	18,525	30,875
117,50	94	43,250	72,062	16,750	27,938
118,75	95	45 »	75 »	15 »	25 »
120 »	96	46,420	77 »	13,580	23 »
121,25	97	48,470	80,312	11,530	19,688
122,50	98	50,080	83,187	9,920	16,813
123,75	99	51 »	85 »	9 »	15 »
125 »	100	52,370	87,250	7,630	12,750
126,25	101	53,083	88,375	6,917	11,625
127,50	102	54,062	90,062	5,938	9,938
128,75	103	55,225	91,250	4,775	8,750
130 »	104	55,750	92,437	4,250	7,533
131,25	105	56,475	94,125	3,525	5,875
132,50	106	57,218	95,312	2,682	4,688
133,75	107	58,406	97 »	1,594	3 »
135 »	108	58,906	98,125	1,094	1,875
136,25	109	59,475	99,125	0,525	0,875
137,50	110	60 »	100 »	» »	» »

On peut arriver par une évaporation très-lente à + 50° ou + 60°, ou même à la température constante de + 100°, à éliminer l'eau des sirops et à obtenir une magnifique cristallisation. Ce mode n'est guère praticable en manufacture, il est vrai; mais cependant on peut en inférer qu'il serait possible de cuire à + 100° tout au plus, afin de moins s'exposer à détruire le sucre par l'excès de calorique. Cela ne dépendrait que de la création d'un appareil capable de cuire assez rapidement à la vapeur, sous la pression normale de 0,76, pour suivre les autres opérations d'une fabrique. Il est bien entendu qu'il ne s'agit pas ici des appareils à cuire dans le vide, qui produisent la cuite à une température beaucoup plus basse, mais des appareils ordinaires où l'on n'obtient la cuite qu'à la température d'environ + 120°.

Les sirops cuisent d'autant mieux qu'ils sont neutres ou ne renferment qu'un *très-faible* excès d'alcali.

CRISTALLISATION, ETC.

Le sirop cuit, sortant des appareils, est dirigé dans une pièce que l'on nomme *empli*, dont la température moyenne égale + 25 ou + 30 degrés centigrades. S'ils proviennent d'un appareil où la cuite s'est faite à l'air libre, on les fait arriver dans un bac à refroidir nommé *rafraîchissoir*. Dans le cas où l'on a cuit dans le vide, comme ils se prendraient trop vite en petits cristaux dans lesquels la mélasse resterait emprisonnée et ne s'écoulerait qu'avec difficulté, on les dirige dans un *réchauffoir* qui reçoit le calorique apporté par un jet de vapeur sous un faux fond.

On réunit cinq ou six cuites dans les rafraîchissoirs ou les réchauffoirs.

Dans les premiers on laisse la température s'abaisser lentement jusque vers + 75°, en ayant soin d'agiter le sirop avec un mouveron, lorsque l'on vient de le verser. Bientôt les cristaux de sucre commencent à paraître; c'est ce qu'on appelle la formation du *grain;* une croûte cristalline de sucre se montre à la surface.

Si les sirops sont de mauvaise nature et cristallisent difficilement, on les *amorce* en plaçant dans les rafraîchissoirs une

certaine quantité de sucre brut qui détermine la cristallisation de la masse.

Les sirops cuits dans le vide sont réchauffés jusque vers +90° ou +100°, et l'on a soin de les agiter pendant cette élévation de température; puis on attend la cristallisation, comme pour les autres.

Les bons sirops bien cuits *montrent le grain* vers +100° à +105°; les *sirops recuits* (voir plus loin) vers +92° à +94°, et les seconds recuits de +70° à +75°. Les sirops qui n'ont pas le grain vers +60° à +65° doivent être *amorcés* ou examinés pour être travaillés de nouveau, selon les circonstances.

Lorsque le grain se montre bien et que la température du sirop est arrivée entre +75° et +80° environ, on procède à l'*empli;* c'est-à-dire que l'on verse le sirop dans les vases à cristalliser. Les cristallisoirs dont on se sert en sucrerie sont des vases coniques (fig. 47) en terre cuite, cerclés en bois, ou en tôle galvanisée, ou en cuivre étamé. Celles-ci sont les meilleures de toutes. Les formes sont peintes à l'extérieur ou enduites d'un vernis.



(Fig. 47.)

Les formes sont *plantées*, c'est-à-dire alignées, la pointe en bas, contre des appuis et disposées verticalement, après que l'on a bouché l'ouverture de la pointe avec un linge mouillé, ou une *tape*, que l'on a pliée en diagonale et roulée en cornet.

Il vaudrait mieux se servir pour cet objet d'un bouchon de liége; mais cette modification se pratiquerait difficilement pour les formes plantées à terre; elle ne serait avantageuse que dans le cas où l'on aurait adopté les *planchers lits de pains* de M. Leroux-Dutlié, ou le système de Bell[1].

Quand on emploie les formes en terre, il faut, avant de les emplir, les tremper dans l'eau pour les en imbiber, afin que le sirop les pénètre moins.

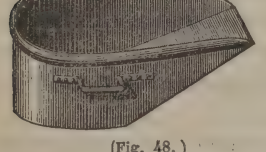
[1] Nous donnons les détails nécessaires sur ces deux systèmes dans le second volume de cet ouvrage (liv. III, ch. I).

Voici les noms et les dimensions des formes les plus employées dans la sucrerie et la raffinerie :

	Hauteur intérieure, ligne CO.	Diam. intérieur, ligne AB.
Les batardes ou vergeoises..	0m,84	0m,42
Le sept...................	0 ,64	0 ,22
Le quatre,................	0 ,53	0 ,22
Le trois..................	0 ,47	0 ,20
Le grand deux.............	0 ,50	0 ,17
Le petit deux.............	0 ,50	0 ,14

On agite le sirop pour bien disséminer le grain dans la masse, puis on accroche le *canape* au bord du vase où se trouve la liqueur. Cet instrument est un support à jour qui peut se suspendre par deux crochets à la paroi du bac à sirop. Un ouvrier, armé d'un *pucheux* ou *puisoir*, sorte de grande cuiller hémisphérique en cuivre, munie d'un long manche en bois, remue le sirop et le verse dans un bassin (fig. 48) qu'un autre ouvrier tient appuyé sur le canape.

Ce bassin, appelé *bec de corbin*, sert à verser le sirop dans les formes sans crainte de le répandre. Le contenu d'un bassin est partagé entre deux ou trois formes, et l'on continue de mettre d'abord un peu de sirop dans toutes les formes de l'empli; c'est ce qu'on appelle faire une *ronde*. On fait une seconde, une troisième ronde, etc., jusqu'à ce que toutes les formes soient pleines et le sirop épuisé.


(Fig. 48.)

On a conservé dans quelques fabriques l'habitude de mouver, au bout de quelques heures, le sirop dans les formes, avec une spatule en bois, afin de détacher les cristaux des parois et de les ramener vers le centre. Dans d'autres, on ne pratique pas cette manœuvre, et l'on ne paraît pas avoir à se plaindre de laisser la cristallisation s'opérer en repos.

La température de l'empli doit être maintenue à +25° environ; on doit y éviter les courants d'air autant qu'il est possible.

(Fig. 49.)

De vingt à trente-six heures après l'empli, les formes sont placées sur des pots (fig. 49) capables de contenir les deux tiers de la mélasse ou sirop vert. On débouche le trou qui est à la pointe de la forme, en enlevant la tape ou le bouchon. La

mélasse coule dans le pot avec assez d'abondance pour qu'on soit obligé d'y prêter attention, afin qu'elle ne se déverse pas sur le plancher.

L'*égouttage* se fait ordinairement dans une autre pièce que l'empli, appelée *purgerie*, réglée à une température de $+20^0$ à $+25^0$. Au bout de quelques jours de purge, les formes qui ne sont pas destinées à être claircées sont portées dans une étuve chauffée à $+40^0$ ou $+45^0$ et placées sur de nouveaux pots, après qu'on a enfoncé dans l'ouverture des formes une pointe de fer que l'on nomme *prime* ou *manille*. Cette opération a pour but de faciliter l'écoulement des dernières mélasses.

Nous pensons avec plusieurs observateurs qu'il serait avantageux de supprimer la perte de temps qui résulte de la purge à l'étuve. En effet, les cristaux n'ont pas grand'chose à gagner par le séjour dans cette pièce; leur forme s'est déterminée à la cristallisation, et il y aurait une notable économie de temps et de combustible à soumettre le sucre à l'égouttage forcé dans la *turbine*[1]. On pourrait même, à l'aide de cette opération, améliorer assez la nuance des sucres bruts dont la défécation aurait été bien soignée, pour qu'il fût possible de les livrer à la consommation, soit à l'état de moscouade peu colorée, soit à l'état de pains obtenus par une méthode rapide, comme celle par laquelle on a fabriqué dans ces derniers temps des *sucres tapés*.

On ne soumet aujourd'hui à l'égouttage forcé que les sucres de seconds et de troisièmes jets, dont on obtient la cristallisation dans des bacs ou cristallisoirs de grande dimension. Ces sucres sont le produit du traitement des mélasses du sucre de premier jet, ou même de celles du second produit, que l'on se contente le plus souvent de faire recuire, afin d'éliminer l'eau excédante et de déterminer la cristallisation de la plus grande partie du sucre prismatique qu'elles peuvent renfermer.

Lorsque le sucre est assez purgé et assez sec, on le retire des formes par le *lochage*.

Le lochage consiste à retourner la forme sur sa base et à en détacher le pain de sucre en la frappant légèrement et à plusieurs reprises sur un bloc de bois. Le sucre loché est ensuite

[1] Cet appareil est décrit dans le chapitre suivant.

écrasé entre des cylindres cannelés, puis mis en sacs et expédié ou emmagasiné.

Tels sont les principes généraux qui dirigent aujourd'hui le fabricant de sucre, et, malgré la brièveté à laquelle nous nous sommes astreint, nous les avons cependant exposés avec assez de détails pour que le lecteur en puisse acquérir une idée sommaire exacte. Est-ce à dire cependant que l'art important du sucrier ait fait des progrès considérables depuis le commencement de ce siècle ? Nous ne le pensons pas, et si la *Table des brevets* accuse l'invention ou le perfectionnement de procédés et d'appareils nombreux, il n'est pas moins vrai de dire que la pratique n'a guère varié, et que ses moyens de faire, son mode de procéder, ses habitudes, ses produits mêmes sont restés à peu près stationnaires.

Sans doute la sucrerie a adopté divers instruments et appareils dont le mode d'action et d'emploi constitue un véritable progrès ; la concentration à la vapeur, la cuisson dans le vide ont fait faire à cette industrie un pas gigantesque ; cela est vrai et nous ne le contestons nullement...

Cependant personne ne peut venir s'élever contre cette phrase officielle : *L'hectare de betteraves ne produit, en moyenne, que de* 1,500 *à* 1,600 *kilogrammes de sucre brut*, lorsque la récolte en renferme de 4,000 à 5,000 kilogrammes ! Nous supposons, comme de raison, que les racines sont recueillies dans de bonnes conditions de maturité, de variété, etc. Tout cela n'empêche pas que les meilleures fabrications ne retirent pas plus de 4,50 à 5 de sucre sur 100 parties de racines, quand ces racines en tiennent de 10 à 12 pour 100. La moyenne ne donne pas la moitié du sucre réel indiqué par l'analyse comme existant dans la betterave.

Le traitement de la canne est encore plus arriéré, et la plante la plus riche en sucre, qui en contient le double de la betterave, n'en fournit pas plus que celle-ci, à surface égale de terrain. Ceci laisse assez à réfléchir pour n'avoir pas besoin de commentaires.

CHAPITRE II.

DESCRIPTION ET ÉTUDE DE QUELQUES PROCÉDÉS SPÉCIAUX DE DÉFÉCATION.

Quoique nous ayons déjà parlé de la défécation précédemment, en faisant l'exposé des principes qui dirigent la fabrication sucrière, nous croyons cependant devoir consacrer à cet objet important un chapitre spécial, pour faire connaître au lecteur quelques procédés particuliers employés ou préconisés par divers auteurs. La défécation est la pierre d'achoppement de la sucrerie, et l'on peut dire, sans crainte de se tromper, que, de cette opération bien ou mal faite, dépend le succès ou la ruine d'un établissement.

Que les moûts et vesous renferment ou non du *sucre incristallisable normal*, si la défécation est bien faite, les opérations subséquentes n'ayant à agir que sur des solutions sucrées presque pures, on sera sûr de ne produire que le *minimum* possible de mélasse, puisqu'on aura éliminé la plupart des causes d'altération, à l'exception de l'action du calorique, dont nous avons vu que l'on peut atténuer considérablement les effets.

Nous allons donc décrire les principaux procédés de défécation, en commençant par les plus anciens, et nous aurons soin de les accompagner des observations et objections nécessaires, tant en ce qui touche leur valeur intrinsèque, que par rapport à l'usage plus ou moins restreint que l'on peut en faire. La plupart des procédés ou des méthodes de défécation étant applicables à tous les jus sucrés, quelle qu'en soit la provenance, nous n'avons pas besoin de les exposer d'une manière plus générale que n'ont fait leurs auteurs ; tous, en effet, ont eu spécialement en vue les jus de betterave, mais il tombe sous le sens commun que l'on ne doit faire aucune restriction dans l'application manufacturière, à l'exception de ce qui serait exigé par la nature particulière des jus sucrés.

Il est bon, ce nous semble, avant d'entrer en matière, de dire quelques mots d'un agent de défécation au sujet duquel

on n'a pas encore fait assez de recherches, et qui mériterait à tous égards une attention sérieuse : nous voulons parler du tannin, qu'il est si facile de se procurer à l'état brut, les opérations de la défécation n'exigeant pas son emploi dans des conditions coûteuses de pureté chimique.

Le tannin ou acide tannique a la propriété de précipiter la plupart des matières albuminoïdes, le plus grand nombre des sels métalliques, la chaux, etc.; il offre même l'avantage de former avec les alcalis des tannates assez peu solubles, qui seraient en grande partie éliminés à la concentration, et il ne présente aucune action nuisible sur le sucre.

Or, les matières végétales qui renferment l'acide tannique sont répandues avec une extrême abondance dans le monde entier, et l'on peut dire qu'il n'y a pas une contrée du globe où l'on ne rencontre dans une sorte de profusion un certain nombre d'espèces végétales astringentes.

L'emploi des solutions tannantes devrait cependant être fait avec discernement, si l'on voulait en obtenir les bons résultats qu'il comporte. Le tannin laissant dans les liqueurs une astringence désagréable lorsqu'il s'y trouve en excès, on devrait ne l'employer qu'après avoir introduit de la chaux dans les moûts, et laisser à ceux-ci une légère alcalinité. Sans cette précaution les mélasses de canne ne seraient plus propres à être livrées à la consommation directe, et les cristaux de sucre brut de toute provenance retiendraient une saveur âpre qui ne disparaîtrait qu'au raffinage.

D'un autre côté, nous avons observé que, si la chaux ou les matières traitées renferment des traces de sels de fer, les jus acquièrent très-rapidement une coloration brun verdâtre qui se fonce à l'air en tirant au noir. Il en est de même si l'on s'est servi de vases ou d'ustensiles en fer dans le cours du travail, et il faudrait chercher à éviter cet inconvénient.

En tout cas, la cuite et la cristallisation se font parfaitement avec les sirops qui ont été soumis à l'action du tannin après la défécation par la chaux. Il est donc à désirer que cet agent prenne, en sucrerie, la faveur qu'il mérite ; mais il conviendrait auparavant que l'étude approfondie de son emploi industriel, de ses propriétés utiles ou de ses inconvénients, fût faite par des hommes spéciaux.

On arriverait probablement en peu de temps à doter la fa-

brication d'un réactif utile, dont l'origine végétale et l'innocuité sur le sucre mettraient à l'abri d'une foule de déceptions que l'on rencontre dans l'emploi de diverses autres substances.

L'importance de la défécation est telle que cette opération doit être regardée comme le pivot de toutes celles qui la suivent, et que rien ne doit arrêter lorsqu'il s'agit de la perfectionner.

Ajoutons encore, par rapport au tannin, que si les jus sucrés ou les sucres renferment des traces d'acide tannique libre, ou à l'état de combinaison soluble, cette circonstance suffit pour donner lieu à la formation de certains tannates colorés, dont il est assez difficile de se débarrasser. Les sels de fer, en particulier, produisent de l'encre en présence des principes tannants, et ces deux groupes de corps s'excluent mutuellement. Il est bien rare que les jus ne contiennent pas un peu de tannin, et, d'autre part, les ustensiles en fer que l'on emploie forment souvent une proportion assez grande d'acétate de fer ou d'un autre sel soluble, pour que cette circonstance ne soit pas étrangère à la coloration brune de certains jus. L'action du tannin et son mode d'emploi sont donc à étudier complétement par rapport à la sucrerie.

Procédé Achard.—Le procédé d'Achard consistait purement et simplement à saturer par le carbonate de chaux l'acide sulfurique très-faible qu'il avait employé pour la défécation. Nous avons exposé dans notre premier livre toutes les raisons qui doivent faire rejeter l'emploi *direct* des acides minéraux, même à basse température.

Cependant, cette méthode, quoique généralement abandonnée, est encore suivie par quelques fabricants. Voici le mode pratiqué pendant longtemps par M. Crespel, à Arras.

Le jus étant arrivé dans la chaudière à déféquer, on y verse, pour 18 hectolitres, 2^k,600 d'acide sulfurique à 66° étendu de trois fois son poids d'eau, et l'on brasse énergiquement. On ajoute alors 4 kilogrammes de chaux, pesée à l'état caustique, puis éteinte et réduite en lait épais, et l'on brasse de nouveau. La température est portée à + 70°, et l'on ajoute du charbon animal et du sang de bœuf; puis, après une forte agitation, on laisse reposer et l'on tire à clair.

L'emploi de l'acide sulfurique a été conseillé sur la pulpe

ou sur la betterave elle-même ; nous ne nous arrêterons pas à cette idée, d'autant moins praticable qu'elle était accompagnée du conseil d'élever la température vers + 50° ou + 60°.

En règle générale, l'emploi *direct* des acides minéraux doit être rejeté soit à froid, soit surtout à chaud ; quelque peu qu'on le prolonge, il ne peut qu'avoir une pernicieuse influence sur le sucre cristallisable.

Nous verrons, dans le chapitre que nous consacrons à la betterave, quelles furent les méthodes suivies par les premiers expérimentateurs qui se livrèrent, en France, à l'extraction du sucre indigène.

Procédé Boucher. — M. Boucher emploie la défécation par la chaux. Cet oxyde hydraté est employé dans la proportion de 3 grammes par litre.

Avant de l'introduire dans le jus, on a versé dans celui-ci une solution de 750 grammes d'*alun*, soit 1gr,50 par litre, et l'on a porté le tout vers + 35 degrés centigrades. On y ajoute alors, en même temps que l'on pratique un brassage vigoureux, la proportion de chaux nécessaire, lorsque la température arrive vers + 80°. Au second bouillon, on donne un repos de quelques minutes, on écume, et l'on ouvre le robinet de décharge pour envoyer le suc sur un filtre, et de là dans une citerne.

Nous examinerons plus loin la suite des opérations de M. Boucher ; mais il est nécessaire de consigner ici quelques observations générales sur ce mode de défécation.

Observations. — Dans cette méthode, fort rationnelle quand elle est complète, il se trouve en présence du sucrate de chaux et du sulfate double d'alumine et de potasse, *ou mieux d'alumine et d'ammoniaque.*

Il se forme du sulfate de chaux..., le sucre est mis en liberté ; l'alumine se combine aux matières colorantes, et forme une laque qui se précipite ; et il reste dans la liqueur du sulfate de potasse ou du sulfate d'ammoniaque. Quelquefois, si l'on n'a pas employé assez d'alun, on a de l'alcali libre dans le jus, ce qui offre moins d'inconvénients, *si l'alun est à base d'ammoniaque.*

Enfin, dans ce procédé, on a le désavantage d'avoir affaire au sulfate de chaux qui ne quitte la liqueur qu'à 25° ou 30°

Baumé, ce qui oblige à une filtration supplémentaire. On a de plus des dépôts de sulfate de potasse...

Nous verrons comment M. Boucher cherche à éliminer ce produit.

Cette méthode serait basée sur les principes les plus vrais et les plus faciles à exécuter économiquement, si les différentes phases en avaient été prévues. La question des *laques* a été à peine appliquée à la sucrerie, sinon par nous, qui avons à l'étude depuis plusieurs années le mode à suivre pour régulariser cette réaction. La plus grande difficulté qu'on y rencontre est la filtration : les produits gélatineux bouchent les filtres avec rapidité et ne permettent plus au jus de passer. On est souvent obligé de ne pas neutraliser toute la chaux pour que la réaction soit complète. Mais avec ces procédés, on peut obtenir la défécation presque absolue, la *décoloration sans noir,* et l'on n'a plus dans la liqueur que des sels alcalins dont on peut entraver l'action.

Il est bien préférable, dans toute circonstance, de *neutraliser la chaux par double décomposition*, sans employer d'acide libre, comme dans les procédés d'Achard, de MM. Dumas et Dubrunfaut; mais il faut, autant que possible, éliminer la plus grande partie de la chaux employée en léger excès, et c'est à quoi l'on n'est pas encore parvenu d'une manière satisfaisante, excepté par des filtrations réitérées sur le noir animal[1].

Enfin, la réaction qui se fait dans les jus traités par le procédé suivi chez M. Boucher donne lieu à quelques phénomènes remarquables, dont il conviendrait de tenir plus de compte, et les proportions employées ne nous paraissent pas présenter toute l'exactitude désirable. Il se présente deux cas à examiner ici : celui dans lequel on se sert de l'alun de potasse, et celui dans lequel on emploie l'alun d'ammoniaque.

Dans la première circonstance, on doit se demander quels seront les résultats de la réaction, et quel est le dosage à suivre. Or, 1 gramme de chaux hydratée répond à $3^{gr},20756$ d'alun alumini-potassique, qui saturent exactement cette chaux par l'acide sulfurique de combinaison renfermé dans

[1] Au demeurant, l'emploi de l'alun date de 1810, époque à laquelle M. Ch. Derosne se servait déjà de cet agent, préférablement à un acide minéral quelconque.

l'alun. Il se forme du sulfate de chaux, dont nous avons signalé l'inconvénient, peu grave, en définitive; le sulfate d'alumine et le sulfate de potasse ont abandonné leur acide sulfurique à la chaux, et l'alumine ainsi que la *potasse caustique* sont restées *libres* en présence du sucre. L'alumine forme laque avec une portion de la matière colorante, mais la potasse caustique sera nuisible aux opérations subséquentes. Ceci n'a pas besoin de commentaires. D'un autre côté, $1^{gr},50$ d'alun potassique ne neutralisent pas plus de 1/2 gramme environ de chaux hydratée, il reste $2^{gr},5$ de chaux, lesquels, dans le procédé de M. Boucher, se répartissent sur le jus pour agir comme réactif déféquant, d'une part, et, de l'autre, former du sucrate de chaux. Le résultat de cette opération est donc très-complexe, et elle donne : dans les dépôts, du sulfate de chaux, de l'alumine, des composés calcaires, tels que l'albuminate de chaux, etc.; dans le liquide, de l'eau, du sucre, de la matière colorante, du sucrate de chaux, de la potasse libre venant de l'alun et du jus, divers sels et oxydes. On comprend que, dans de telles conditions, l'emploi de ce procédé ne puisse satisfaire de légitimes exigences.

Dans le second cas, l'emploi de l'alun ammoniacal présente exactement les mêmes phénomènes, à cette différence près que l'alun ne peut fournir de potasse libre, et que les alcalis mis en liberté ne peuvent provenir que des sels alcalins des jus, lesquels sont décomposés en partie, et amenés à l'état caustique par l'excès de chaux employée. L'alcali volatil n'a pas d'action nuisible bien prononcée sur le sucre, lorsqu'il est libre, et cela arrive toujours en présence d'un excès de chaux, cet oxyde hydraté décomposant tous les sels ammoniacaux, et l'ammoniaque disparaît par évaporation. Il n'en serait plus de même si le sucre se trouvait en contact avec un sel ammoniacal fixe, tel que le sulfate; car, dans ce cas, le sel se décomposerait dans la suite des opérations, et son acide réagirait violemment sur le sucre. Ce serait donc toujours à l'alun d'ammoniaque que l'on devrait donner la préférence pour l'exécution de ce procédé, en maintenant toutefois un léger excès de chaux, qui disparaîtrait à la filtration sur le noir; mais l'action de l'alun n'est pas assez complète, elle n'est pas assez en rapport avec celle de la chaux pour que ce procédé donne des résultats constants. On est d'ailleurs placé dans un

dilemme assez gênant, en ce sens que, si l'on emploie un excès de chaux, on a en présence des alcalis libres; si l'on emploie un excès d'alun, on a affaire à une réaction acide, et, de plus, au sulfate de potasse, qui cristallise avec le sucre, ou au sulfate d'ammoniaque, qui est nuisible à la cuite.

Procédé Claës. — M. Claës, à Lembeck, élimine la chaux de la défécation ordinaire par l'*acide pectique*. Il trouve cet acide, tout à fait inoffensif pour le sucre, dans la pulpe même de la betterave. La pulpe, soigneusement lavée, est soumise à l'ébullition dans l'eau avec cinq centièmes de son poids de carbonate de soude. Il y a décomposition des pectates renfermés dans la pulpe et il se forme du pectate de soude soluble. On filtre la matière et on la soumet à la pression. Dans la liqueur limpide, on verse du chlorure de calcium, et il se forme du chlorure de sodium très-soluble, tandis que le pectate de chaux se précipite. Celui-ci est recueilli sur une toile ou un filtre, bien lavé, puis traité par l'acide chlorhydrique faible, par la réaction duquel il se forme du chlorure de calcium, tandis que l'acide pectique se précipite en gelée. On le purifie par des lavages réitérés.

M. Claës emploie, dans la défécation, autant d'acide pectique gélatineux qu'il a employé de lait de chaux en volume ; mais cette proportion est peut-être un peu faible. En tout cas, la chaux équivalente se précipite à l'état de pectate insoluble.

Ce procédé est très-recommandable et conforme aux véritables principes de la chimie industrielle. Il est, en tout cas, beaucoup plus rationnel que beaucoup de ceux qui ont été préconisés avec un engouement systématique.

Procédé Dubrunfaut. — M. Dubrunfaut, employant l'idée de Proust et de M. Drapièz, a eu la pensée de *muter* les betteraves par l'acide sulfureux à l'état gazeux ou en dissolution... Il s'en servait sur les betteraves, la pulpe ou le moût.

Il opérait ensuite la défécation des jus, ainsi mutés par l'acide sulfureux, à l'aide d'un procédé *qui rappelle beaucoup celui d'Achard, dans ce qu'il a d'important*. Nous citons l'auteur lui-même :

« La défécation peut être opérée sur le jus par diverses méthodes; voici celle qui m'a donné les meilleurs résultats : on fait éteindre la chaux, on la sèche, on la passe au tamis et

on l'enferme dans des vases bouchés. On étend son acide sulfurique de 19 parties en poids : le jus étant en chaudière, *on ajoute* 50 *grammes de chaux par hectolitre et à froid;* on chauffe à + 80° ; on verse 500 grammes de charbon animal, *puis* UNE QUANTITÉ SUFFISANTE *de chaux hydratée susdite*, pour obtenir un jus clair, diaphane et peu coloré ; cette quantité varie de 4 à 7 grammes par litre. Cette chaux peut s'ajouter depuis + 81° jusqu'à + 90° et même + 95° ; mais il vaut mieux la mettre de + 82° à + 83°. On arrête le bouillon quand il veut pousser ; on laisse déposer et on tire à clair, pour mettre en concentration : quand tout le jus est réuni, *on y verse une quantité d'acide sulfurique* telle que l'acide sulfurique concentré qu'elle contient soit égal à la moitié du poids de la chaux hydratée employée. Cette quantité n'est qu'approximative, parce qu'elle doit varier suivant la qualité des racines ; seulement il faut s'arranger de manière que le jus ne puisse devenir acide pendant la concentration, ce qui arriverait si les racines étaient trop ammoniacales ou qu'on y eût ajouté trop d'acide sulfurique. D'ailleurs, en suivant la défécation avec les réactifs colorés, on devra verser du *carbonate de soude* dans le jus, si l'on s'aperçoit qu'il s'approche trop de la neutralité. On continue par les procédés ordinaires... »

Observations. — 1° Le procédé de *défécation* de M. Dubrunfaut, aussi bien que son application de l'acide sulfureux, n'est pas une chose nouvelle; nous l'avons déjà dit au début de ce paragraphe.

2° Nous ne comprenons pas l'emploi de *un demi-gramme* de chaux par litre, suivi de l'emploi de *quatre à sept grammes* de cette même chaux (*chaux susdite*), également par litre, sinon comme une formule allongée pour dire : j'emploie de 4gr,5 à 7gr,5 de chaux par litre... Il est vrai qu'entre les deux doses, M. Dubrunfaut place 5 grammes de noir animal par litre, ce dont nous comprenons encore moins le vrai but.

3° C'est une bonne précaution de ne pas chauffer jusqu'à la température de + 100°, lorsque l'on est en présence de la chaux ; mais encore faudrait-il savoir à quel degré précis M. Dubrunfaut propose de s'arrêter : 80°, 81°, 82°, 83°, 90° ou 95°, bien qu'il préfère 82° ou 83° ?

4° L'emploi de l'acide sulfurique appartient à Achard ; mais,

de plus, c'est l'agent le plus nuisible au sucre, comme nous l'avons démontré précédemment.

5° Pourquoi neutraliser l'excès d'acide par le carbonate de soude, qui donnera des *sels alcalins nuisibles*, plutôt que par le carbonate de chaux, la craie des premiers expérimentateurs, tout à fait inoffensive ?

En résumé, ce procédé n'a rien d'utile et toutes ses parties rapportées appartiennent à des procédés antérieurs.

Procédé Melsens. — C'est encore ici une idée de vieille date, que tous les fabricants ont le droit de mettre en usage, à la seule condition légale de n'employer ni les appareils ni les conditions particulières constituant *l'invention* de M. Melsens.

Nous ne dirons de ce procédé que fort peu de chose, ce qu'il faut uniquement pour le faire connaître au lecteur. Il se retrouve en principe et en fait dans la communication faite à la Société d'encouragement, *le* 20 *février* 1811, par M. Drapièz, pharmacien à Lille. On lit, en effet, dans une note de l'auteur :

« Depuis longtemps j'avais cherché, dans la décomposition de plusieurs réactifs, les moyens d'oxyder la matière extractive sans porter atteinte à la masse sucrée. De toutes les substances employées à mes essais, il n'y eut que les acides nitreux et *sulfureux* qui répondirent parfaitement à mon attente ; *je donnai la préférence au dernier*, parce qu'il est moins cher, et qu'il offre plus de facilité à séparer le peu d'acide qui, pendant l'opération, non-seulement se refuse à la décomposition, mais encore se sature complétement d'oxygène.

« *M. Proust vient tout récemment de proposer l'usage de la combinaison de cet acide avec la chaux, pour la purification et le blanchiment du moût de raisin. Je vais faire l'application de ce procédé au suc de betterave...* »

Nous ne pouvions, dans l'intérêt des fabricants et de la vérité, omettre de rappeler ce fait, dont nous laissons à chacun l'appréciation.

Le procédé de M. Melsens consiste donc à ajouter, soit à la pulpe, soit au jus, 8 litres de solution de *bisulfite de chaux* à 10° Baumé par 100 kilogrammes de betteraves ou leur produit. Le résultat donne des produits blancs, mais plus impurs que les produits colorés ordinaires, plus difficiles à raffiner et

plus *gras*. Ajoutons que la cuite des sirops reste très-difficile, que l'on perd sur la quantité du sucre cristallisable, lequel conserve une saveur très-désagréable d'acide sulfureux.

Ce procédé a trouvé des partisans aux Etats-Unis et dans quelques contrées du nouveau monde, où l'on emploie des proportions beaucoup plus fortes de bisulfite. M. Melsens avait commencé par le chiffre de 2 pour 100, et quelques fabricants vont aujourd'hui jusqu'à 16 pour 100.

Cette méthode n'a pas beaucoup rencontré de faveur dans la fabrication française.

Nous ne partageons pas l'opinion de M. Payen, lorsqu'il pense que le procédé Melsens pourra être avantageusement employé aux colonies pour prévenir la fermentation. Il suffirait, dit-il, de plonger dans la solution de bisulfite le bout des cannes à l'instant où l'on vient de les couper... Ceci ne nous paraît pas suffisant pour empêcher la fermentation dans le parc aux cannes, et, d'un autre côté, puisque l'emploi du bisulfite de chaux donne de mauvais sucre en Europe, il n'y a pas de raison pour que les fabricants des colonies aient à se servir d'un procédé dont les résultats sont défavorables.

Procédé Rousseau. — MM. Rousseau prirent un brevet le 17 août 1849, pour un procédé de fabrication sucrière auquel ils donnèrent leur nom, et, postérieurement à cette date, ils introduisirent diverses additions à leur brevet original. Nous n'avons pas pour but principal de démontrer dans ce livre en quoi tel ou tel procédé breveté peut appartenir plus ou moins au domaine public, soit en principe, soit par les détails; mais le procédé des frères Rousseau offrant *en théorie* un mérite réel, et les chimistes ayant tous écrit en sa faveur, sans s'être assurés, en effet, si la pratique donnait raison à la formule, nous allons le décrire avec les détails nécessaires, afin de pouvoir en faire suivre la description d'une série d'observations que nous croyons de nature à éclairer la fabrication.

Le procédé de MM. Rousseau repose sur la propriété que possède la chaux de former avec le sucre un *sel soluble*, pendant qu'elle précipite à l'état insoluble nombre de matières que l'on cherche à éliminer par la défécation.

Si l'on soumet à la filtration un jus traité par un excès de chaux, le liquide retiendra en dissolution le sucrate de chaux,

que l'on décomposera par un courant d'acide carbonique : sous l'influence de cet agent, la chaux du sucrate se précipitera à l'état de carbonate insoluble, et le sucre, mis en liberté, restera dans la liqueur. Il suffira de décanter ou de filtrer le jus pour n'avoir plus qu'à le concentrer et le cuire.

Voilà pour le fond du procédé, voyons maintenant les détails, d'après MM. Rousseau eux-mêmes, afin de rester dans la plus scrupuleuse exactitude.

L'opération se conduit de la manière suivante :

« Soit pris pour exemple le jus de betteraves.

« Le jus étant obtenu, on y mêle une quantité de chaux, qui varie selon sa nature, mais *suffisante pour s'unir à la totalité du sucre*. On élève la température de ce mélange *vers* 80°, *avec la précaution de ne point le faire bouillir*. On filtre; puis, dans cette liqueur ainsi filtrée, on fait passer un courant d'acide carbonique qui, en s'unissant à la chaux, forme un carbonate insoluble, lequel, en se précipitant, achève la décoloration du jus. L'*acide carbonique* employé à cet effet *peut être obtenu par la combustion directe du charbon, ou par les réactions chimiques connues.*

« *On peut également employer, pour précipiter la chaux, les acides sulfureux, sulfurique, oxalique, borique,* ETC. [1], mais avec la précaution de disposer dans le jus une quantité de carbonate de chaux destiné à saturer l'excès d'acide qui pourrait être introduit.

« *On peut*, au lieu d'agir sur le jus, *agir directement sur la pulpe.*

« Par ce procédé, *le jus est complétement décoloré sans qu'on ait besoin de recourir à l'emploi du noir animal*, et il n'éprouve *aucune coloration par l'ébullition.*

« *Ce procédé se distingue de ceux suivis jusqu'à ce jour, en ce que la chaux est employée ici pour fournir une combinaison soluble avec* TOUT LE SUCRE *contenu dans les jus ou sirops, que l'on dépouille, en précipitant cette chaux, de toute matière étrangère, et sans faire subir au sucre aucune altération, tandis que jusqu'ici l'emploi de la chaux a été une cause de coloration et d'altération du sucre...* »

[1] Une telle *généralité* comprend une quantité immense des corps connus en chimie, dont un grand nombre précipitent la chaux. Autant vaudrait breveter en général *tous* les réactifs agissant sur la chaux...

Observation. — Il y a évidemment en ceci une erreur flagrante : la propriété du sucre de s'unir à la chaux à l'état de *sucrate soluble* était connue et décrite bien avant le brevet Rousseau ; il en est de même de la décomposition de ce sucrate par l'*acide carbonique* et d'*autres acides*. Il y a plus : l'application industrielle de ces faits a été conseillée à des époques déjà très-éloignées et nous allons en fournir les preuves.

Sans parler des travaux de M. Kuhlmann[1] qui s'occupa de cet important objet dès 1837 et publia une note y relative le 19 janvier 1838 ; sans rappeler les dosages divers de la chaux, que l'on a depuis longtemps considérés comme pouvant varier de 2 à 10 pour 100, nous nous contenterons de mettre sous les yeux du lecteur un passage remarquable du chimiste Barruel, un des créateurs de l'industrie sucrière en France.

Il s'agit de la défécation par la chaux.

« La chaux, dit-il, joue dans cette opération trois rôles. Elle désacidifie, elle *décolore* et elle clarifie ; elle doit, pour la clarification, *nécessairement se trouver en excès*, dont une portion se combine avec le sucre. Elle est donc en excès dans les proportions que j'ai indiquées, et on reconnaît *cet excès* : 1° à la saveur URINEUSE ET CAUSTIQUE *qu'elle communique au jus ;* 2° à la pellicule irrisée qui se forme à la surface du liquide lorsqu'après en avoir pris dans une cuiller, on souffle dessus ; 3° à la propriété que le jus a de rappeler au bleu le papier de tournesol rougi par un acide.

« Si on laissait cet excès de chaux dans le liquide, le sirop qui proviendrait de son évaporation aurait une saveur extrêmement désagréable, et mis à l'étuve, il donnerait *très-peu* de sucre et de mauvaise qualité ; *il est donc nécessaire d'enlever cet excès de chaux*, et on peut y parvenir en le saturant par un acide quelconque ; mais il faut donner la préférence aux acides qui forment avec elle un sel insoluble : *tels sont les acides sulfurique ou carbonique*, etc... Mais comme dans toutes les opérations en grand, on doit employer les moyens les plus écono-

[1] M. Kuhlmann avait proposé de *concentrer* la liqueur renfermant le sucrate de chaux, et de *la décomposer ensuite par l'acide carbonique...* Le même chimiste, dont l'habileté n'est nullement contestable, avait également proposé de *décomposer le sucrate de chaux aussitôt après la défécation*, c'est-à-dire sans concentrer la solution de sucrate, ce qui est bien le fond du procédé Rousseau.

miques, *on aura de préférence recours à l'acide carbonique. En effet, tout fabricant peut préparer cet acide par la simple combustion du charbon au contact de l'air : 20 parties de charbon en donnent* 100 *d'acide carbonique.*

« Enfin, cet acide forme avec la chaux un sel insoluble qui se précipite en totalité ; avantage que ne présente pas l'acide sulfurique, etc.

« Pour former, au moyen de la combustion du charbon, l'acide carbonique destiné à neutraliser l'excès de chaux que contient le jus clarifié, j'emploie un appareil très-simple, dont je donnerai la description et la gravure. Je porte l'acide carbonique au fond du jus, *aussitôt après la filtration*, *à l'aide de tubes conducteurs*, dont l'extrémité est en pomme d'arrosoir, *criblée de trous très-fins*, de manière à *diviser le gaz et à multiplier les points de contact*.

« On reconnaît que l'excès de chaux est précipité, à la saveur franche qu'acquiert le jus, à la disparition de la pellicule qui se formait auparavant lorsqu'on soufflait à la surface. La neutralisation de la chaux ne dure que de dix à treize minutes. La cuve dans laquelle on l'a opérée porte à un doigt de son fond un robinet à l'aide duquel on soutire le jus pour le séparer du carbonate de chaux qui reste au fond, etc.

« Ce procédé, qui est très-simple et peu coûteux, réussit constamment, j'en garantis l'exactitude et le succès. »

Des observations qui précèdent, il résulte clairement que la fabrication sucrière a le droit d'employer, comme moyen de défécation, *la transformation du sucre en sucrate de chaux*, et *la décomposition de ce sucrate par l'acide carbonique*, ce dernier acide produit par *la combustion du charbon* ou par *une réaction chimique quelconque*, pourvu que cet emploi se borne à ce qui était dans le domaine public avant le 17 août 1849. La jurisprudence et la loi française ont décidé ces sortes de questions en principe. Si le procédé Rousseau fait une *application nouvelle* de moyens déjà connus, libre à chacun d'en faire également une application individuelle, en dehors des limites du brevet Rousseau.

Or, ce qui appartient à tout le monde peut être ainsi défini :

1° Emploi de la chaux caustique en excès, de manière à former une combinaison calcaire avec tout le sucre du jus ou du sirop;

2° Décomposition du sucrate de chaux par l'acide carbonique ;

3° Production de cet acide par la combustion du charbon ou par la décomposition d'un carbonate.

Appartiennent au procédé Rousseau la fixation d'un degré de température plus ou moins arbitraire, un appareil spécial, et quelques additions accessoires dont on peut ou se passer entièrement ou modifier absolument les conditions. Nous allons les indiquer sommairement.

MM. Rousseau annoncent que par *leur* procédé ils obtiennent « une eau sucrée *assez pure* pour qu'elle puisse, *sans passer par les opérations du raffinage*, être convertie immédiatement et de premier jet en *pains purs, blancs et de bon goût*, propres à être livrés à la consommation, » et ils regardent ces résultats comme distinctifs de *leur* procédé.

Ils ajoutent cependant que *les sirops verts* de la première cristallisation *retiennent encore quelques matières végétales* qui, en raison de la grande dilution où elles se trouvaient, *ont échappé aux réactifs* employés précédemment...

Ils emploient, pour en dépouiller ces sirops, une nouvelle quantité de *chaux proportionnelle à ces matières spumeuses*, puis un mélange de silice et d'alumine, *tel que les sels de potasse et de soude puissent s'y unir et devenir insolubles.*

Voici comment on opère :

« Les sirops sont étendus d'eau jusqu'à ce qu'ils marquent de 12° à 15° à l'aréomètre Baumé, et on les porte à la température de 60 degrés centigrades. *En général*, pour 10 hectolitres de sirop provenant de sucres traités par *notre* méthode, nous mettons 1 kilogramme environ de chaux hydratée (*cette proportion de chaux est nécessairement variable, en raison de la nature primitive des jus*). On agite, puis on ajoute 2 kilogrammes d'argile ou de marne siliceuse, en agitant de nouveau, et l'on élève la température à 60 ou 80 degrés centigrades. Après quoi on sature cette chaux par un courant d'acide carbonique, comme il a été dit pour le premier jus, et l'on filtre sur le noir animal ces jus, qui se trouvent ainsi dépouillés de *toutes* matières étrangères.

« Ce mode de traitement est applicable à *l'épuration des bas produits*, mélasses, etc., *résultant des fabrications ordinaires.* »

Observation. — La seule conséquence à tirer de ce qui pré-

cède, c'est que les sirops retenant encore des matières végétales étrangères au suc, etc., *le premier procédé n'a pas dépouillé les jus, comme cela est affirmé plus haut, de toute matière étrangère.* Si ce procédé était *aussi complet,* les sirops verts ne contiendraient que de l'eau, de la mélasse, du sucre et quelques sels solubles : ils n'auraient besoin que de subir une nouvelle cuisson pour donner leur sucre, au moins en partie, et un nouveau traitement serait inutile. D'un autre côté, nous avouons franchement ne pas comprendre jusqu'à quel point on peut éliminer les sels de potasse et de soude par un mélange de silice et d'alumine, soit 2 kilogrammes d'argile ou de marne siliceuse par 10 hectolitres de sirop. La silice ne se combine avec aucun corps, à une température aussi faible que celle employée en sucrerie; le silicate d'alumine contenu dans l'argile ou la marne est dans des conditions à peu près analogues; quant au carbonate de chaux qui l'accompagne, il peut donner lieu à quelques phénomènes de double décomposition, mais dans aucun cas il ne déterminera l'insolubilité des sels alcalins. Ceci est du ressort de la chimie élémentaire.

Enfin, si l'on peut appliquer cette méthode à l'épuration des bas produits de la fabrication ordinaire, il faut convenir que la différence entre ces bas produits et ceux de la méthode Rousseau n'est pas grande, puisqu'ils sont soumis au même traitement d'épuration, bien qu'ils soient les résultats de manipulations bien diverses.

Le 24 décembre, MM. Rousseau déclarent le procédé qui précède applicable *au raffinage du sucre brut* aussi bien qu'à l'épuration des bas produits, etc.

Enfin, dans une dernière addition, MM. Rousseau rappellent tous les avantages qu'ils attribuent à *leur* procédé, et ils ajoutent quelques observations *justes et vraies* au sujet de la *nécessité de ne pas porter à l'ébullition les jus qui viennent de recevoir de la chaux*. En effet, sous l'influence de la chaux à l'ébullition, la matière azotée se *décompose* en un produit brun et de l'ammoniaque; *une portion de sucre,* passant à l'état de sucrate, devient insoluble à + 100° et *se perd* dans les écumes; l'albumine produit avec la chaux un corps visqueux opposé à la cristallisation du sucre; le sucre lui-même s'altère, devient en partie incristallisable et brunit; enfin, la matière colorante passe au brun foncé, etc..

Tout cela est vrai, et implique la double nécessité de ne pas élever la température jusqu'à $+100^0$ et de filtrer le jus après l'action de la chaux.

Voici comment MM. Rousseau résument les détails de *leur opération :*

« Le jus étant obtenu par les procédés ordinaires, on en élève la température de 50 à 75 degrés centigrades, selon l'époque du travail; puis on y verse une quantité de chaux hydratée et tamisée suffisante pour que toutes les matières organiques étrangères au sucre et pouvant être coagulées en soient suffisamment saturées, ce que l'on ne peut reconnaître que par l'expérience, car cette proportion de chaux varie selon l'espèce, le degré de maturité ou de conservation du végétal saccharifère, même selon la matière du sol où il a poussé; ainsi, pour des betteraves, cette quantité de chaux peut varier de 15 à 30 kilogrammes par 10 hectolitres de jus.

« Les caractères auxquels on reconnaît que l'opération a été bien conduite sont : l'absence de toute odeur ammoniacale, une coloration jaune pâle du jus et une saveur alcaline très-prononcée, qui masque presque entièrement celle du sucre. Après avoir agité, on chauffe jusqu'à 85 ou 90 degrés centigrades, avec la précaution rigoureuse de ne point arriver à l'ébullition; nous insistons sur ce fait que les altérations qui se produisent dans le travail ordinaire n'ayant pas lieu ici, il n'y a pas dégagement d'ammoniaque : alors les matières étrangères au sucre sont entièrement coagulées; une portion s'élève en écumes, tandis que l'autre se précipite au fond de la chaudière; on décante la portion du liquide clair, et l'on soumet les écumes à la presse, comme d'habitude.

« Si la chaux pouvait être mise exactement dans la proportion convenable pour précipiter seulement toutes les matières étrangères au sucre, il est évident que celui-ci resterait seul dissous dans l'eau avec les sels que contient le jus végétal; mais comme dans cette opération le sucre le dispute en affinité pour la chaux avec ces matières étrangères, il passe en grande partie en combinaison avec cette base, avec laquelle il forme un saccharate, ce qui, par conséquent, indique que la quantité de chaux est suffisante et forme le caractère empirique de l'opération.

« Dans cet état, il ne reste plus qu'à dégager le sucre de

cette combinaison, et pour cela nous avons recours à l'un des réactifs connus dans la science, propres à la précipiter ; nous employons de préférence l'acide carbonique, en raison de sa production facile et économique, et de son innocuité avec le sucre ; nous le produisons par la combustion d'un charbon quelconque, et, après l'avoir lavé dans un épurateur, nous l'insufflons dans le jus. La chaux, au contact de l'acide carbonique, s'en empare et est précipitée à l'état de carbonate. Lorsqu'elle est saturée, ce que l'on reconnaît facilement, on porte le liquide à l'ébullition que l'on entretient pendant quelques minutes, condition essentielle pour chasser tout l'acide carbonique en excès et détruire ainsi le bicarbonate de chaux resté en dissolution.

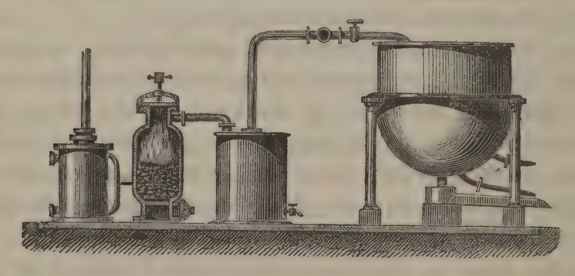
« On filtre alors, puis on concentre comme d'habitude ; on obtient ainsi des jus qui ne se colorent plus par l'évaporation, qui ne produisent plus dans les appareils aucune espèce d'incrustation et qui donnent des sirops d'une pureté telle qu'ils peuvent être mis immédiatement en formes, et produisent des pains de sucre pur, de bon goût et dès lors livrables au commerce, sans avoir à subir aucun raffinage.

« Les eaux-mères, ou sirops verts qui s'écoulent des pains de premier jet, sont assez pures pour pouvoir être cuites sans aucune épuration nouvelle, et donnent des deuxièmes pains presque égaux en qualité aux pains de premier jet ; toutefois, comme ces sirops contiennent encore avec les sels quelques matières végétales qui, en raison de la grande dilution où elles se trouvaient, ont échappé aux réactifs employés précédemment, nous les traitons comme nous l'avons décrit dans notre addition du 5 novembre, avec cette correction que les sirops peuvent être étendus jusqu'à ce qu'ils marquent de 15° à 20° à l'aréomètre Baumé, et que nous portons de 10 à 15 kilogrammes environ la quantité de chaux. Le degré de concentration des sirops, de même que la quantité de chaux à employer, ne peuvent être déterminés à un chiffre absolu : ils varient nécessairement selon la nature primitive du jus.

« Les sirops verts des pains n° 2 peuvent fournir des sucres en grains de troisième jet lorsqu'ils sont versés, après la cuite, dans des vases où ils cristallisent complétement au bout de vingt-quatre ou trente-six heures. Alors, comme les sucres ainsi traités par notre procédé ne conservent aucune saveur

étrangère et se blanchissent avec la plus grande facilité, on peut les amener directement en pains n° 3, sans refonte, c'est-à-dire sans dissolution, ni clarification, ni évaporation, par un mélange avec une proportion convenable de sirop de clairçage des pains n° 1 ou de premier jet, lequel mélange est réchauffé de 85 degrés centigrades et mis aussitôt en pains qui sont alors blanchis par les procédés ordinaires. »

Résumé pratique du procédé Rousseau.— 1° On commence par introduire les jus dans la *chaudière à déféquer ;* on y mélange alors le lait de chaux dans des proportions variables, qui sont, en moyenne, de 25 kilogrammes de chaux hydratée, délayée dans six fois son poids d'eau, par défécation de 10 hectolitres. On fait monter la température vers + 80°, sans jamais porter à l'ébullition. 2° Lorsque les écumes sont montées, on soutire le liquide par le robinet du fond, et on le fait filtrer sur un débourbeur. Ce débourbeur est une caisse à double fond, garnie d'une toile sur laquelle on a placé 25 à 30 centimètres de noir en grains; la liqueur traverse le noir et arrive dans la *chaudière à saturation,* fig. 50. Cette chaudière est à double



(Fig. 50.)

fond[1]; un robinet sert à chasser l'air au commencement de l'opération, lorsque l'on introduit la vapeur dans ce double fond, qui est muni d'un retour d'eau.

Une tige à robinet sert à vider le liquide par un caniveau lorsque la saturation est terminée et que l'on a fait rentrer l'air par le robinet dans le faux fond.

Une pompe pneumatique, dont le piston est mis en mouvement par le moteur de l'usine, chasse l'air aspiré de l'extérieur, et le dirige au-dessus de la grille du four à combus-

[1] On emploie aussi le serpentin enroulé dans le fond de la chaudière.

tion, convenablement chargé de coke. Ce four est en forte tôle et garni intérieurement de briques ou de terre réfractaire; il porte une soupape de sûreté pour prévenir les effets d'un excès de pression. Les gaz produits par la combustion se dirigent dans un cylindre laveur, muni d'un robinet pour vider l'eau et d'un ajutage pour en introduire de nouvelle. Le gaz lavé passe dans un collecteur qui le distribue par un ajutage et un robinet à chaque chaudière de saturation.

Le liquide, tenant en dissolution le sucrate calcaire, est porté à $+80^0$, puis on ouvre le robinet pour le gaz acide carbonique qui s'introduit au fond de la chaudière par une pomme d'arrosoir, dont la fonction est de le mieux diviser à travers la masse. La décomposition du sucrate est terminée autant que possible, lorsque le gaz carbonique se dégage dans l'air et que la mousse cesse de se produire sur le liquide. On le porte alors à l'ébullition pendant quelques instants pour chasser l'excès de gaz, et le liquide est envoyé par un caniveau, soit directement aux filtres à noir en grains, soit secondairement, après avoir traversé une caisse à débourber.

La liqueur filtrée est concentrée entre 28^0 et 30^0 Baumé, puis filtrée de nouveau et soumise à la cuite.

Les autres opérations se conduisent comme nous l'avons dit dans l'exposé du procédé, et nous ne nous y étendrons pas pas davantage. Faisons seulement observer que, *sans l'action du noir,* les jus concentrés et les sirops présentent autant de coloration au moins que dans les procédés ordinaires. Voici, du reste, les observations que nous croyons devoir faire sur le procédé de Barruel, appliqué par MM. Rousseau.

Objections. — Quoique le procédé décrit par Barruel, en 1812, et *repris* par MM. Rousseau, en 1849, présente une haute raison de *théorie*, il n'est pas moins, en *pratique manufacturière,* l'objet de graves objections. Voici les principales :

1° Ce procédé exige un *appareil spécial* pour la production de l'acide carbonique, son lavage, etc., une machine soufflante pour l'introduction de l'air et la pression à exercer sur le gaz produit. Cet appareil est d'un prix relativement élevé, et l'on est obligé de lui donner une force de résistance considérable.

2° Cet appareil remplit rarement son but; en effet, il pèche contre les principes de la fabrication manufacturière dans les

deux seules circonstances où l'on puisse se placer, et qui sont les suivantes :

A. Ou bien la couche de charbon (*coke*) est peu considérable au-dessus de la prise d'air; il y a, dans ce cas, oxygénation à peu près complète du carbone, et production utile d'acide carbonique. Mais on est alors obligé de *recharger* souvent l'appareil ou d'en avoir plusieurs de rechange, ce qui est contre les principes de la manufacture et contre toutes les règles d'une bonne économie.

B. Ou l'on charge l'appareil d'une couche assez épaisse de charbon pour éviter l'inconvénient dont on vient de parler, et alors il n'y a *presque plus* d'acide carbonique produit, mais bien de l'oxyde de carbone, complétement inerte sur le sucrate de chaux.

On comprend aisément que l'acide carbonique, formé au contact de l'air, se *réduit* et repasse à l'état d'oxyde de carbone en traversant la couche de charbon superposée. Ce fait est depuis longtemps reconnu en dehors du procédé Rousseau.

Il y a dans ce cas perte inutile de charbon et de force, la saturation se fait très-lentement et difficilement.

3° L'odeur propre de la betterave ne disparaît pas complétement, et il s'y ajoute une odeur spéciale désagréable provenant de l'oxyde de carbone, etc. Cette odeur nous a fait l'effet de celle qui s'exhale des bacs où les maréchaux et taillandiers trempent leurs fers et aciers rougis, ou de celle que donne, dans certains cas, la vapeur des générateurs vieillis et incrustés.

4° D'après l'*aveu* de MM. Rousseau mêmes, *toutes les matières végétales ne sont pas précipitées;* nous ajouterons que des expériences faites en fabrique nous ont démontré que *les jus traités par leur méthode sont encore fermentescibles* à la température des ateliers et surtout de l'*empli* ou de la *purgerie.*

5° Les sirops verts et mélasses ne sont pas sensiblement améliorés.

6° Les sucres bruts ne *dépassent jamais* la qualité de *bonne ordinaire,* ils sont souvent inférieurs : comme la plupart des sucres de ce type, qui ne sont pas gras ou visqueux, on peut les blanchir *par la clairce, à la turbine;* mais cela n'évite en rien les opérations du raffinage, et il serait impossible de livrer à

l'alimentation les moscouades-Rousseau, à raison de leur odeur de betterave et de leur odeur spéciale, en admettant même une cuisson et une purge faciles, ce qui est loin d'être constant.

En résumé, le procédé Barruel appliqué avec soin et méthode peut rendre d'utiles services à la fabrication, parce que, malgré les inconvénients que nous venons de signaler, il est encore beaucoup préférable au procédé ordinaire par la chaux seule. Il est présumable que ce procédé est appelé à recevoir des perfectionnements tels qu'il constitue un vrai progrès, malgré son origine ancienne ; mais il laisse encore aujourd'hui beaucoup à désirer.

C'est à la *pratique industrielle* à tirer de cette idée tout le parti désirable, car un tel résultat ne peut être accompli que par des hommes spéciaux, et c'est en fabrique seulement qu'une méthode peut être regardée, ou non, comme réellement manufacturière. Nous croyons cependant devoir faire mention d'une observation que nous avons faite sur des *jus limpides* traités par ce procédé, avant et après leur passage sur le noir.

Dans les deux cas, on peut s'assurer que la chaux n'est pas éliminée aussi complétement que l'affirment MM. Rousseau; les carbonates alcalins et l'oxalate d'ammoniaque en précipitent une proportion très-considérable de chaux à l'état de carbonate ou d'oxalate... Il n'est pas exact que le courant d'acide carbonique décompose entièrement le sucrate de chaux, et quand même ce courant serait prolongé pendant plusieurs heures, il ne resterait pas moins dans la liqueur du carbonate calcaire dissous à la faveur de l'acide carbonique et des sucrates plus ou moins basiques, inattaquables par l'acide carbonique, mais précipitables par les carbonates alcalins, l'acide oxalique, l'oxalate ammoniacal, etc.

Cette observation nous a été confirmée par nos propres expériences et par celles de plusieurs autres personnes compétentes, et aujourd'hui les sucrates de chaux n'ont pas encore, selon nous, été assez étudiés, pour que l'on puisse trancher légèrement les questions qui y sont relatives.

Ajoutons, pour conclure, que ce n'est pas la première fois que l'on a employé l'acide carbonique dû à la combustion du charbon pour l'élimination de la chaux; ainsi, dans l'emploi de leur appareil de concentration et de *neutralisation* conti-

nue, MM. Hallette et Boucherie utilisaient les gaz de la combustion, purifiés dans des fours fumivores, pour échauffer le liquide déféqué et précipiter la chaux par l'acide carbonique formant la plus grande partie de ces gaz. Il est rare que dans la plupart de ces procédés on rencontre des nouveautés sérieuses, à part les appareils spéciaux, sur lesquels nous n'entendons rien préjuger.

Procédé Garcia. — Nous décrivons avec quelques détails ce procédé que nous avons examiné un des premiers, mais que nous entendons faire suivre des observations critiques nécessaires.

L'inventeur de cette méthode, après avoir lutté contre toutes les circonstances défavorables, possédé par cette manie des chercheurs qui ne leur permet plus d'apprécier sainement ni leurs procédés, ni ceux d'autrui, croyait être arrivé à la perfection... Il avait compté sans l'expérience des fabriques continentales, et se vit dans l'obligation de douter de ses travaux antérieurs. Ses nouvelles recherches, empreintes d'une inquiétude fébrile, ne purent être couronnées de succès, et, depuis, la mort est venue le surprendre au milieu de ses projets.

Ce procédé a été l'objet d'une critique acerbe par un chimiste allemand qui, dans l'ignorance des faits, a voulu y attacher notre nom. Nous déclinons cette responsabilité. Tout ce que nous avons fait à cet égard se borne à des communications à l'Académie et à quelques sociétés scientifiques, et nous ne pensons pas que ce soit là une raison pour que notre titre d'intermédiaire soit transformé gratuitement en celui d'auteur responsable.

Nos objections ont été faites à l'auteur lui-même; il les a repoussées, ainsi que toutes les observations bienveillantes qui ont pu lui être adressées par d'autres ; nous ne ferons que les reproduire fidèlement.

Voici à la fois l'histoire et la description de ce procédé qui a fait un certain bruit dans le monde savant et dans l'industrie, mais dont l'exploitation par des mains inhabiles n'a produit que des mécomptes, sauf peut-être dans une ou deux fabriques.

Intimement pénétré du besoin d'une méthode plus correcte

et plus économique que tout ce que l'on proposait au producteur de sucre pour améliorer sa position industrielle, et certain des désavantages pratiques de la plupart des procédés, M. F. Garcia, planteur à la Louisiane, et ancien président du sénat de cet Etat, s'était mis résolûment à l'œuvre pour découvrir un moyen d'annihiler la plus grande partie des obstacles qui militaient contre une bonne défécation des jus sucrés.

Essentiellement homme de pratique et habitué depuis trente ans à la manipulation des sucres, il se trouvait à la tête d'un établissement qui fabriquait jusqu'à vingt boucauts de sucre par jour[1]. A force de réflexions, et l'habitude journalière lui venant en aide, il crut découvrir enfin la solution du problème qu'il s'était proposé d'étudier et dont voici les termes :

1° Arriver à employer, sans inconvénient, un excès de chaux suffisant pour obtenir une défécation complète, absolue, sans être obligé d'augmenter les appareils, en ne se servant que des manipulations les plus simples.

2° Eliminer toute la chaux, après lui avoir fait produire tout son effet utile ; mais la faire disparaître par la surface des liquides, afin de ne pas avoir à lutter contre les inconvénients des précipités, dont une partie reste en suspension jusque dans le *flambeau*.

La question ainsi posée *devait être* résolue par l'emploi du savon de soude, comme agent décomposant le sucrate de chaux, et annihilant les réactions de l'alcali calcaire. Nous allons étudier en détail ce procédé, si différent de tous ceux proposés par son extrême simplicité, jointe à l'exactitude théorique la plus satisfaisante en apparence.

La pratique en grand apprit bientôt à l'inventeur que sa méthode réalisait une partie des avantages qu'il avait désirés, et dont nous indiquons le sommaire.

Grâce à la double défécation produite par la chaux en excès d'abord, par le savon ensuite, il obtenait la séparation absolue des matières organiques étrangères au sucre, la destruction complète des causes de la fermentation et la conservation du sucre ordinairement détruit par ces causes, ou de l'alcool correspondant. Il pouvait utiliser les liquides extraits des plantes

[1] Environ 10,000 kilogrammes.

saccharifères, ou des parties de ces plantes trop pauvres en sucre ou trop souillées de matières étrangères pour être traitées avantageusement par les procédés ordinaires. Enfin, il faisait radicalement disparaître les causes d'infection des liqueurs sucrées ou de leurs produits.

Enchanté de sa précieuse découverte, il en traçait lui-même les conséquences en quelques lignes :

« *Sucre brut.* — Rendement augmenté. — Sucre brut-bon goût. — Traitement sans noir animal. — Emploi des plantes riches, ou pauvres, ou altérées. — Cuites rendues faciles dans tous les cas.

« *Sucre raffiné.* — Rendement augmenté. — Economie du noir animal. — Cuites rendues plus faciles.

« *Alcool.* — Rendement augmenté. — Production d'alcool bon goût obtenu directement. »

Nous avons vu nous-même et nous avons eu entre les mains des échantillons de ces résultats, et il est impossible de se méprendre sur le mérite réel et incontestable de cette heureuse application à l'industrie sucrière des principes de la saponification.

Disons tout d'abord que le principe sur lequel repose le procédé de M. Garcia est celui-ci :

La chaux a une extrême tendance à s'unir aux acides gras, et le savon sodique cède ces acides à l'oxyde calcaire.

M. Garcia avait compris que, de tous les moyens que l'on pouvait employer pour prévenir les mauvais effets de la chaux en excès, les meilleurs étaient ceux qui éliminaient ce corps à l'état de composé insoluble, entraînant les matières organiques étrangères au sucre. Il louait fort le procédé de M. Rousseau, mais il lui reprochait avec raison la complication des appareils, la multiplicité des manœuvres et la séparation incomplète de la chaux par voie de précipitation.

Le procédé Garcia élimine la chaux plus complétement, mais il la réunit en écumes en même temps que les matières organiques étrangères au sucre. La manœuvre est simple, et la liqueur sucrée déféquée est limpide et ne se trouble plus.

On peut, par ce procédé, employer la chaux à toute dose, saturer complétement les acides, réagir sur les débris organiques, et éliminer ensuite cette chaux par un procédé aussi simple que la défécation première, et en produisant une com-

binaison d'une densité telle, que le tout passe dans les écumes, en entraînant les corps organiques étrangers, à la façon des albumines.

On conçoit que, si ce fait s'accomplit, les liqueurs sucrées ne contiennent plus de corps étrangers, si ce n'est des sels solubles à réactions diverses, provenant de la plante elle-même, et les *autres corps solubles que l'agent lui-même y aura pu laisser par l'effet de sa double décomposition.*

La question que s'est posée l'auteur du procédé, et dont il croit avoir trouvé la réponse, s'énonce ainsi :

Quel est le réactif, connu en chimie, qui forme, avec la chaux en dissolution ou en combinaison dans les liqueurs, un composé insoluble, inoffensif, rapidement formé, et d'une densité telle qu'il s'élève promptement et rapidement en écumes dans la défécation, et pouvant entraîner avec lui, dans ce mouvement ascensionnel, toutes les matières organiques étrangères au sucre ?

Ainsi posé, le problème serait résolu par l'emploi qu'il fait des corps saponifiables unis à la soude, et plus particulièrement des acides margarique, stéarique, oléique, qui ont une tendance à s'emparer énergiquement de la chaux, pour former un savon calcaire insoluble, d'une faible pesanteur spécifique, et tendant à surnager et à se réunir rapidement à la surface des liquides, par un mouvement d'ascension rapide et continu.

En vertu des principes exposés précédemment, des liqueurs sucrées ainsi traitées doivent perdre leur goût propre et rester dépouillées de leur principe fermentescible. Le noir animal n'ayant plus charge de retenir la chaux et d'arrêter les matières organiques étrangères, et n'agissant plus que comme agent décolorant, devient inutile dans la fabrication des sucres bruts, et doit être employé en quantité réduite pour la production du sucre raffiné.

Ainsi, d'une manière générale, la méthode de M. Garcia consiste à opérer la défécation à l'ordinaire avec un excès de chaux, et à traiter ensuite par une dissolution savonneuse : il s'opère une double décomposition, et le savon de chaux monte à la superficie, entraînant dans un réseau toutes les matières étrangères, ce qui réalise dans un sens un phénomène analogue à celui du collage des vins, à cette différence près, qu'ici

la matière clarifiante agit de bas en haut et non de haut en bas, comme la gélatine.

Ce procédé tend à réaliser ainsi une grande amélioration dans la fabrication du sucre brut, devenu pour tous un objet de première nécessité. Il permettrait de l'obtenir, ainsi que les sirops d'écoulement qui en proviennent, sans leurs mauvais goûts habituels.

Les sucres bruts de betteraves, aujourd'hui rejetés comme substance alimentaire, pourraient, ainsi que leurs mélasses, être consommés directement, comme les produits similaires de la canne, sans subir l'opération coûteuse du raffinage ou la transformation en alcool.

En résumant les conséquences pratiques de ce procédé, on pourrait dire :

Que la chaux peut être impunément employée en excès; que son élimination, après sa réaction, est complète par l'emploi des corps saponifiables agissant seuls ou combinés;

Que les écumes formées, en grande partie, de savon calcaire insoluble, montent rapidement et régulièrement, en entraînant toutes les matières organiques étrangères au sucre, et en éliminant ainsi les causes de la fermentation acide ou lactique des liqueurs et d'infection des produits, *sucre* ou *alcool;*

Que les liqueurs ainsi déféquées sont limpides et ne se troublent ni ne s'altèrent à la concentration;

Que le sucre, ordinairement détruit par suite de fermentation, vient accroître le rendement en sucre ou en alcool obtenu;

Que le sucre brut et ses produits secondaires, ou l'alcool non rectifié, doivent être de bon goût.

Indépendamment de ces conséquences, il en est une qui intéresse plus particulièrement les producteurs de sucre de canne.

Par suite d'un défaut de maturité total ou partiel, ou d'accidents climatériques qui développent dans la canne une fermentation acide, l'extraction du sucre devient difficile, sinon impraticable, par les procédés habituels. Il faudrait employer une dose de chaux qu'il ne comporte pas. Cet obstacle disparaît par l'emploi du procédé Garcia, qui, d'un côté, traite par la chaux en excès, et l'élimine presque en même temps

de l'autre, rendant ainsi à la production des matières sans emploi.

Un effet analogue se produit aussi à propos des betteraves trop vertes ou avariées.

Pour la raffinerie, les matières dissoutes sont portées à 28° Baumé, et soumises à la double défécation du procédé Garcia. Les avantages qui en résultent sont plus bas signalés.

Dans le traitement des matières sucrées pour les transformer en alcool, l'emploi préliminaire de la défécation amène, comme conséquence, un rendement plus considérable, un produit meilleur. Les raisons de ces résultats ont déjà été indiquées.

Agent de clarification. — Sa définition, extraite du brevet Garcia, est comme suit :

« L'agent que j'emploie est un quelconque des corps classés en chimie comme saponifiables par les alcalis fixes ou volatils.

« Je l'emploie sous la forme la plus convenable pour la manipulation, soit à l'état isolé, soit mélangé ou combiné à un alcali quelconque, à l'état de savon, avec ou sans combinaison, ou mélangé d'un corps saponifiable additionnel, produisant alors un *savon acide*, ou d'un corps ou sel quelconque, à réaction alcaline, produisant, au contraire, une combinaison douée de cette dernière réaction.

« Bien que je me réserve, au besoin, d'employer tous les corps saponifiables, ma pratique m'a fait, jusqu'ici, donner, parmi ceux-ci, la préférence à l'huile d'olive, et parmi les alcalis, à la soude. Ces matières étant données de bonne qualité, je prépare le savon à la manière ordinaire, que je me dispense de décrire, comme bien connue, en employant la quantité d'alcali nécessaire pour que la saponification du corps gras soit complète.

« Je désigne ce savon sous le nom de SAVON n° 1 ou *neutre*. Il contient un poids de soude égal à environ 10 pour 100 du corps gras combiné.

« J'obtiens de la façon suivante un autre savon que j'appelle SAVON n° 2 ou *acide*.

« Je dissous 1 kilogramme du savon n° 1 dans 2 kilogrammes d'eau bouillante. Je refroidis la dissolution à 40 degrés cen-

tigrades; j'ajoute alors 1 kilogramme du corps gras employé également à la température de 40°, et je procède avec soin à l'empâtage.

« Quand il est terminé, j'élève la température à l'ébullition, en remplaçant l'eau qui s'évapore jusqu'à ce que l'opération soit complète. La proportion indiquée du corps gras ajouté n'est pas absolue et peut varier.

« Ce savon contient alors 3,75 d'alcali pour 100 parties en poids du corps gras qu'il renferme, mélangé ou combiné.

« Enfin, je désigne par SAVON n° 3 ou *alcalin*, le savon n° 1 dissous comme il est dit ci-dessus, et dont je charge la dissolution d'une quantité variable de *carbonate de soude*, ou de tout autre corps ou sel à réaction alcaline.

« Dans tous les cas, mon but est de mettre le corps gras sous une forme qui rende sa réaction plus énergique, et sa solution dans un liquide plus facile, en évitant l'inconvénient qui résulterait de sa faible densité pour l'emploi direct.

« Je fais usage des savons n°s 1, 2 ou 3, suivant les cas particuliers que je résume par trois conditions générales, et en raison des exigences spéciales de la pratique manufacturière dans les cas de fabrications diverses.

« Le savon n° 1 ou *neutre* me sert lorsque, pour la suite des opérations, je n'ai pas à redouter la présence d'un alcali dans les liqueurs, comme, par exemple, lorsqu'il s'agit de transformer en alcool la liqueur sucrée[1].

« J'emploie le savon n° 2 ou *acide* lorsque, au contraire, je

[1] Complétons ici ce qui manque à l'expression, plutôt qu'à la pensée de M. Garcia :

La présence d'un excès d'alcali *est nuisible* dans les jus sucrés destinés à subir la fermentation alcoolique, et l'on attribue à ces corps, aussi bien qu'à l'altération du ferment, la dégénérescence visqueuse et la dégénérescence lactique. Mais *ici*, la soude ne se trouve que dans une *proportion excitante*, ainsi que l'on peut s'en convaincre par l'aperçu suivant.

1,000 litres de jus tiennent 100 kilogrammes de matière sucrée au moins, et ces 1,000 litres, traités par 5 kilogrammes de savon, ne reçoivent que 187gr,5 ou le double tout au plus, soit 360 grammes de soude, qui restent dans le liquide.

Cette proportion ne produit que 0,36, calculés sur le poids du sucre, lorsque la liqueur *fermentescible* peut en supporter, *sans inconvénient*, plus de six fois autant, ou 2,5 pour 100 de sucre.

Ajoutons encore que toutes les matières grasses sont *à peu près* éliminées dans la plupart des cas.

dois redouter l'effet d'une réaction alcaline pour la suite des opérations.

« Ce cas existe, par exemple, lorsqu'une liqueur sucrée est traitée pour obtenir le sucre qu'elle renferme.

« Enfin, l'usage du savon n° 3 ou *alcalin* est réservé pour les cas particuliers où les liqueurs à traiter présentent des caractères d'acidité qu'il faut rapidement combattre.

« Je fais usage d'ammoniaque dans les cas où la liqueur sucrée doit prendre rapidement ce caractère alcalin. Cette condition est importante pour la raffinerie[1].

« C'est donc sur l'emploi des acides gras, quelle que soit la forme ou la combinaison sous laquelle on s'en sert, que repose principalement le procédé dont s'agit. »

Le savon d'huile d'olive à base de soude est celui que l'auteur du procédé a toujours employé de préférence à l'état de savon n° 2 ou *acide*.

L'expérience démontre que pour le traitement en sucre, l'usage du savon n° 2 est préférable à celui du savon n° 1. La quantité moindre d'alcali (soude) mise en liberté, par double décomposition, dans les liqueurs traitées par le premier, permet d'obtenir des sucres et des sirops d'une qualité et d'une nuance beaucoup meilleures que lorsque la liqueur est traitée par le second. Le savon n° 1 contient, en effet, 60 de matières saponifiables et 6 de soude sur 100 parties de savon, c'est-à-dire 10 de soude sur 100 du corps gras, tandis que le savon n° 2 renferme 160 de matières saponifiables contre 6, c'est-à-dire 3 3/4 de soude pour 100 du corps gras. Ce second savon convient donc lorsqu'il est utile de diminuer la dose d'alcali à ajouter aux liqueurs, et spécialement pour le raffinage du sucre, qui s'accomplit dans des circonstances où cette réaction doit être, autant que possible, évitée. La théorie indique qu'en ce sens, le savon n° 2 à base d'ammoniaque, ou le savon n° 3 ammoniacal, est préférable à tout autre, quand le prix des matières permettra leur emploi.

Si l'on se sert du savon de soude, l'alcali mis en liberté se combine rapidement, soit avec les acides des sels à base de chaux dans la liqueur, soit avec l'acide carbonique du liquide;

[1] Il est préférable d'employer le *carbonate d'ammoniaque*, que l'on ajoute dans l'empâtage savonneux.

mais, pour diminuer l'action possible de cet alcali, on peut encore le saturer avec précaution par un acide fort comme l'acide sulfurique étendu[1]. Les sels formés restent alors sans inconvénient en dissolution et se retrouvent dans les eaux mères.

D'une façon générale, on peut dire que la coloration des sucres, due à celle que subissent les sirops à la concentration, est proportionnelle à la quantité d'alcali dans ces derniers. On comprend dès lors l'avantage qui résulte de l'emploi du savon n° 2, et de toutes combinaisons de ce genre contenant le maximum possible du corps saponifiable combiné ou mélangé, et disposé de façon à pouvoir être mêlé et réparti dans la masse du liquide sucré, sans surnager. Il résulte de là que les proportions du corps saponifiable indiquées dans le brevet de M. Garcia, pour la composition du savon n° 2, ne sont point rigoureuses, et que la dose du corps saponifiable, ajoutée au savon n° 1, peut varier et comprendre tout ce qu'il est possible d'empâter avec ce dernier.

Il n'y a pas industriellement, au point de vue économique, d'inconvénient dans cette addition des matières saponifiables; elles se retrouvent, en effet, dans les résidus, et peuvent facilement, par des procédés connus et peu coûteux, être isolées pour être employées de nouveau.

On *peut*, en conséquence, ou procéder soi-même à cette opération secondaire, et produire le savon dont on fait usage, ou retrouver en grande partie le prix du corps saponifiable employé, en vendant les écumes ou résidus à des tiers qui fabriquent des savons pour l'usage des producteurs de sucre.

Dosage du savon. — Nous avons dit que le procédé Garcia repose, d'une façon générale, sur l'accomplissement d'une double défécation : 1° par la chaux en excès ; 2° par le corps saponifiable combiné à l'état de savon ou mélangé. Il est possible de préciser le rapport à établir entre les quantités des deux corps à employer, mais ce doit être l'objet d'une étude dans chaque cas particulier. Ce rapport variera suivant qu'on voudra obtenir du sucre ou de l'alcool, et en raison aussi du corps saponifiable que le savon renfermera. On peut cependant

[1] Ceci doit se rapporter à la défécation des jus alcoolisables; cet acide nuirait dans la fabrication sucrière. En tous cas, il ne doit pas dépasser 0,015 du sucre.

prendre les observations suivantes pour point de départ des tâtonnements nécessaires pour déterminer ce rapport dans chaque cas particulier : 1° S'il s'agit de traiter les matières sucrées *pour sucre*, UNE partie de savon n° 2 en poids pour DEUX parties de chaux employée à la défécation ; 2° s'il s'agit de traiter les liquides sucrés pour alcool, UNE partie de savon n° 1 ou n° 3, suivant le cas, pour UNE partie de chaux employée à la défécation préliminaire. Toutefois, la quantité de savon à ajouter ne sera, dans aucun cas, moindre de 4 kilogrammes pour 1,000 litres de jus.

Quant à la quantité absolue de chaux à ajouter aux liqueurs, elle est impossible à préciser d'une façon générale ; elle varie, nécessairement, suivant l'espèce, le degré de maturité ou de conservation de la plante saccharifère, la nature du sol où elle a poussé, et suivant même les idées particulières à chaque fabricant en cette matière. Tout ce qu'on peut dire, c'est que, la chaux n'étant point à craindre dans ses effets, en présence de l'agent qui l'élimine, elle peut être hardiment employée en excès.

Le savon, quel qu'il soit, qu'on emploie, est préalablement dissous dans 8 parties d'eau bouillante en poids, et on l'ajoute à une température qui ne doit pas être inférieure à 50 degrés centigrades, mais qui peut s'élever jusqu'à celle de l'eau bouillante.

Il est bien entendu que, dans le dosage du savon, on ne tient compte d'aucune partie de l'eau ajoutée pour faciliter les mélanges ou la dissolution, et qu'on ne calcule que sur le poids réel du savon employé.

Conditions essentielles du succès dans l'emploi du procédé Garcia. — Dans ce mode de défécation ou clarification, le savon ajouté à la liqueur est bien réparti et mêlé intimement à toute la masse, après que l'action de la chaux est complète. L'acide gras saisit immédiatement son équivalent d'alcali calcaire pendant que l'agitation de la liqueur est produite. Lorsque ensuite le repos lui succède, le savon calcaire s'élève, pour ainsi dire, tout à la fois et sans interruption, et entraîne, dans ce mouvement continu, toutes les matières organiques étrangères au sucre, qui se retrouvent encore en quantités notables dans les liqueurs les mieux déféquées à la chaux. Des analyses d'écumes provenant de défécations conduites d'après le procédé Garcia, et

exécutées sur des liqueurs limpides provenant d'une simple défécation à la chaux, ont décelé la présence de plus de 15 pour 100 en poids de parenchyme, etc., dans les écumes analysées.

Ce qui précède fait comprendre qu'une des conditions essentielles pour que la défécation soit complète est le repos des liqueurs après que le savon est ajouté, repos troublé seulement par les courants ascendants qui se produisent dans tout liquide échauffé. Il résulte de cette condition la nécessité, quand une fois le mélange du savon est intime, de ne jamais permettre à des secousses violentes de se produire, et particulièrement de ne pas laisser l'ébullition se manifester, soit avant que les écumes soient montées, de peur d'empêcher leur mouvement, soit après, de peur de les briser.

Cette condition du repos nécessaire des liqueurs pendant un certain laps de temps suffisant pour permettre au montage des écumes de s'effectuer régulièrement et librement, oblige, comme condition particulière de la bonne réussite du procédé Garcia, à refroidir les liqueurs après leur traitement par la chaux. En agissant autrement, le nombre de degrés à franchir pendant que la réaction se produit et s'achève serait trop restreint pour que l'opération pût bien s'accomplir. L'expérience a démontré que, dans les appareils chauffés à la vapeur, le temps qui s'écoule pour que la température de la liqueur s'élève de 40 degrés centigrades au point de l'ébullition, est nécessaire et suffisant pour la réussite de l'opération.

La condition importante à remplir dans l'emploi de ce procédé consiste donc à refroidir à 40 degrés centigrades le jus préalablement déféqué à la chaux et tiré au clair.

En résumé, plus le refroidissement est complet, au-dessous de 40°, plus le résultat est frappant par la beauté des produits et la facilité de la cuite.

On peut produire le refroidissement du jus préparé de deux façons distinctes.

Le fabricant qui veut marcher d'une manière continue en faisant succéder, sans interruption, l'emploi du savon à l'emploi de la chaux, doit ajouter à son outillage de fabrique un appareil à refroidir qui variera dans ses principes et dans sa forme, suivant les circonstances locales et le volume d'eau dont on

dispose. Il fera usage d'un de ceux employés en industrie, soit réfrigérant à eau, soit réfrigérant à air froid, que celui-ci soit lancé, très-divisé, en tous sens, à travers la masse du liquide, ou que le liquide lui-même tombe en pluie ou en cascade à la rencontre d'un courant d'air forcé, marchant en sens inverse.

Si, au contraire, le producteur de sucre brut ou le raffineur préfèrent accomplir les deux opérations qui constituent la défécation complète (procédé Garcia), à des temps séparés, pendant l'époque de la fabrication, il pourra se passer d'appareils à refroidir, et se contenter de réservoirs où il accumulera le sirop traité à la chaux et concentré à 18° ou 28° Baumé, suivant le cas. Ces sirops seront repris plus tard, en les réchauffant, pour être soumis à l'action du savon.

Dans les deux cas, on le répète, il s'agit de réaliser une condition indispensable à remplir, c'est-à-dire de donner le temps au savon calcaire formé de s'élever régulièrement et librement à la surface du liquide, en évitant les soubresauts et les causes d'interruption.

Applications. — Les procédés de défécation ou de clarification, suivant cette méthode, varient quant aux détails des opérations à exécuter dans la pratique, suivant qu'on opère sur des liquides extraits de plantes saccharifères, et en raison de la nature et de la condition de ces plantes, et suivant encore qu'on opère sur des dissolutions de matières sucrées. Il y a donc lieu d'examiner les applications du procédé dont nous parlons :

1° Dans la fabrication du sucre de betterave;

2° Dans celle du sucre de canne;

3° Dans le raffinage du sucre, ou la préparation des sirops à usage qu'on peut assimiler aux produits d'un raffinage non terminé.

L'application de ces procédés varie encore, suivant qu'on fait usage d'appareils à feu nu ou d'appareils à vapeur. Les détails qui vont suivre comprennent le traitement du sucre de canne à propos des premiers, et celui du sucre de betterave à propos des seconds. Le producteur de sucre de betterave à feu nu, et celui de sucre de canne au moyen d'appareils à vapeur, trouveront des détails suffisants pour se guider, en tenant compte de la différence de nature des liquides traités. Il en est

de même pour le producteur de sucre extrait de toute autre plante saccharifère.

A. *Traitement des jus de canne.* — *Appareil à feu nu.* — L'appareil le plus généralement employé dans les contrées où s'exploite la canne consiste dans une série de chaudières de diamètres différents, se faisant suite, que nous décrirons dans le prochain chapitre sous le nom d'*équipage*. Nous verrons qu'un équipage est formé de cinq chaudières de capacité décroissante, et qui sont, à partir du point le plus éloigné du foyer, *la grande* (n° 5), *la propre* (n° 4), *le flambeau* (n° 3), *le sirop* (n° 2) et *la batterie* (n° 1). La marche d'un équipage est tellement élémentaire qu'il n'est pas besoin de s'appesantir sur l'avantage qui résulte du procédé que nous décrivons, lorsqu'on se sert de cet appareil.

Dès que la chaudière n° 5 à déféquer (*grande*) est fournie de vin de canne, on ajoute la chaux nécessaire à la défécation, en quantité quatre ou cinq fois plus considérable qu'à l'ordinaire, et plus encore s'il le faut. On agite vivement pour répartir la chaux uniformément dans la masse du liquide et on laisse en repos. L'effet utile de la chaux est produit quand la température a atteint 40 degrés centigrades environ. On verse alors la dissolution de savon, préparée et dosée comme à l'ordinaire, et l'on brasse de nouveau pour répartir également cet agent. Vers 92 degrés centigrades, on commence à enlever les écumes, et l'on continue à le faire avec célérité, pour que tout soit terminé quand l'ébullition commence. Si l'opération est bien conduite, le jus, puisé à la poche et porté dans la chaudière suivante, est clair, limpide, d'un goût agréable, sans saveur alcaline, et ne se trouble plus. La défécation est complète dans la troisième chaudière, et les autres constituent alors uniquement un appareil de concentration et de cuite. La cuite elle-même s'opère librement, et les sirops d'écoulement, moins abondants, peuvent être repris de nouveau.

On voit que, dans le cas des appareils à feu nu, le procédé Garcia produirait une transformation radicale des méthodes usuelles ; mais, bien que l'opération marche facilement, il est hors de doute qu'il serait préférable de conserver l'équipage entier pour la concentration des liqueurs, et de se servir de défécateurs à vapeur, à proximité de l'équipage et des bacs recevant le jus de la canne écrasée au moulin.

On peut encore, pour le jus de canne, comme pour celui de betterave, partager l'opération en deux périodes distinctes, pour achever définitivement la clarification sur le jus concentré à 18° Baumé et après décantation.

Il faut alors traiter le jus par la chaux en excès, et conduire l'opération comme à l'ordinaire, mais avec un tiers du savon employé précédemment. Ce jus déféqué est évaporé dans l'équipage, en passant successivement d'une chaudière dans l'autre, jusqu'à ce qu'il arrive dans la batterie, d'où on le retire, lorsqu'il a atteint la densité de 18° Baumé, pour le réunir dans des réservoirs. Les deux autres tiers du savon mis en réserve servent à traiter ces sirops à 18° Baumé, repris dans les réservoirs après décantation, en mélangeant intimement le savon dissous dans le sirop à 40 degrés centigrades, laissant monter les écumes, les enlevant avec soin ; mais alors l'emploi de défécateurs à vapeur devient nécessaire pour opérer la seconde défécation au savon, et des appareils à vapeur deviennent indispensables aussi pour opérer la concentration et la cuite du jus après la deuxième défécation.

Il arrive parfois que, par suite de variations atmosphériques, surtout après que les cannes ont été gelées, le jus est exposé à une rapide fermentation acide qui le rend absolument impropre à produire du sucre cristallisable. Pour prévenir ces effets désastreux, causes de pertes sèches pour le producteur, il suffit d'ajouter, avec un excédant de 50 pour 100, la chaux qui doit servir à la défécation, dans les bacs où le jus de canne est reçu en sortant du moulin. On agite à plusieurs reprises le liquide, afin de bien le saturer de la chaux employée, et on le laisse en repos, pour l'envoyer dans la chaudière à déféquer (*grande*), quand les matières étrangères se sont déposées au fond des bacs.

Les sirops d'écoulement (mélasses), provenant du jus de canne soumis au procédé Garcia, sont exempts de chaux, et renferment peu de sucre incristallisable et de matières étrangères. On peut, en conséquence, les reprendre pour en extraire le sucre qu'ils contiennent.

Ces sirops d'écoulement, dont le poids varie ordinairement de 50 *à* 75 *pour* 100 *de celui du sucre brut obtenu, se trouvent réduits à environ* 20 *ou* 30 *pour* 100, par l'emploi du procédé que nous venons de décrire ; la différence se traduit par un plus grand rendement en sucre.

On comprend que cet excédant, joint au sucre qu'on peut encore extraire des sirops d'écoulement, amène une augmentation considérable dans les produits (sucre).

Les considérations qui précèdent font aussi comprendre qu'une grande amélioration de qualité résulte de l'emploi du procédé Garcia, examiné concurremment avec les procédés ordinaires, et sans qu'il soit question de noir animal, dont les producteurs de sucre brut de canne, sauf quelques exceptions, ne font point usage.

Il est aisé de voir enfin que les cuites marchent sans encombre, que le sucre, débarrassé de toute cause de fermentation ou de déliquescence, est sec et nerveux, cristallise facilement, et qu'il doit être rapidement purgé de ses eaux mères de cristallisation (sirops d'écoulement ou mélasses).

B. *Traitement du jus de betterave. — Appareils à vapeur.* — Dans un défécateur contenant 1,000 litres de jus, on ajoute toute la chaux nécessaire à une défécation bien complète, et sans craindre de l'employer en excès, en opérant du reste comme à l'ordinaire. Ainsi, l'on agite vivement pour répartir la chaux également dans la liqueur; ou engage la vapeur dans l'appareil, et on laisse la température s'élever jusqu'au premier signe d'ébullition : la vapeur est alors interceptée, on laisse reposer le liquide, puis on tire au clair par le robinet de décharge. Les écumes sont soumises à la presse, et la liqueur extraite est ajoutée à celle de la défécation suivante.

La liqueur ainsi traitée à la chaux et tirée à clair est refroidie, soit pour être passée tout de suite au savon, soit pour être mise en réserve après concentration à 18° Baumé, ainsi qu'il est dit plus haut.

Si la liqueur doit être soumise tout de suite à l'action du savon, elle est reçue dans un réfrigérant qui abaisse rapidement sa température à 40 degrés centigrades au moins. Ainsi préparée, elle est aussitôt portée dans un défécateur où a lieu l'addition du savon n° 2, employé à l'état de dissolution dans l'eau bouillante, comme il est dit ci-dessus. On agite vivement pendant quelques minutes, de manière à répartir cet agent uniformément dans la masse du liquide, pendant que la vapeur engagée élève lentement sa température. On laisse au repos; on prévient l'ébullition en interceptant la vapeur au premier signe de bouillonnement, mais partiellement, afin de main-

tenir, pendant quelques minutes, la température élevée qui s'est produite. Les courants ascendants établis dans le liquide déterminent à sa surface l'ascension rapide et uniforme du savon calcaire formé qui tend par lui-même à surnager, et qui se concentre dans les écumes en entraînant avec lui toutes les matières organiques étrangères à la liqueur sucrée.

Quand les écumes sont bien formées, fait que l'expérience apprend à connaître, on les enlève ; on ouvre le robinet de décharge, et le liquide s'écoule clair et limpide jusqu'à la dernière goutte, et sans se troubler de nouveau pendant la concentration.

Si la liqueur déféquée à la chaux est tirée à clair sans être refroidie, et qu'elle soit mise en réserve après concentration à 18° Baumé, l'opération est autrement conduite.

Le sirop à 18° Baumé laisse déposer dans les réservoirs, par le refroidissement et le repos, une certaine quantité de chaux séparée par la concentration, qui entraîne avec elle, à l'état de magma, des matières étrangères au sucre. Ce sirop décanté est reporté dans une chaudière à déféquer où il subit l'action du savon, en conduisant l'opération exactement comme il est dit ci-dessus à propos du jus de betterave soumis à l'action d'un réfrigérant. On peut alors compter sur un temps plus considérable avant que l'ébullition se manifeste, et cela en raison de la densité plus élevée des liqueurs traitées. Le dosage du savon lui-même est réglé en raison de la chaux qui s'est séparée pendant la concentration et qui s'est déposée dans les réservoirs. Cette différence est déterminée dans chaque cas particulier.

Si les liqueurs refroidies ont été passées au savon, sans être préalablement concentrées, les produits de la défécation sont d'une limpidité parfaite, ne contenant plus ni chaux ni matières organiques étrangères au sucre, et ne pouvant plus subir en conséquence de trouble à la concentration. Il n'y a dès lors plus nécessité de les soumettre à l'action du noir animal pour obtenir des sucres et des sirops d'écoulement (mélasses), supérieurs en goût et en qualité à ceux qu'on prépare aujourd'hui par les procédés ordinaires. La concentration et la cuite, rendues plus faciles, marchent librement, et tous ces avantages réunis, qui constituent le mérite du procédé Garcia, se traduisent par amélioration de qualité, rendement plus

considérable, filtration et main-d'œuvre évitées, économie de combustible, emploi du noir en poudre ou par filtration supprimé. Nous parlons, bien entendu, du sucre brut ; mais si cependant on tient à faire usage du filtre à noir en grain, la quantité de cet article consommé est considérablement réduite, attendu que le noir animal se borne à exercer sa faculté décolorante, sans qu'il ait besoin de réagir pour éliminer la chaux ou les matières étrangères. On ne saurait douter que, par son emploi, la nuance des produits ne soit meilleure; il reste seulement alors à apprécier si l'avantage compense la dépense.

Si les liqueurs traitées par le savon ont été préalablement déféquées à la chaux et concentrées à 18° Baumé, le sirop ainsi traité est d'une limpidité parfaite, ne se trouble plus et est porté rapidement à la cuite, avec ou sans emploi du noir animal, suivant qu'on juge convenable ou non d'obtenir une nuance meilleure au prix de l'emploi de cet agent.

Dans tous les cas, le sucre obtenu est d'une bonne couleur et d'une qualité supérieure. Il est sec et nerveux, et débarrassé de tous les obstacles qui s'opposent à une bonne cristallisation.

Les eaux mères n° 1 et n° 2, sirops verts ou sirops couverts, sirops d'écoulement ou mélasses, donneront aussi des produits préférables à ceux qui sont ordinairement obtenus de ces matières. Ces produits seront pourtant de qualités secondaires.

Extraction du sucre brut de plantes ou de parties de plantes saccharifères impropres à être traitées par les méthodes ordinaires. — Il est des pays où on laisse perdre, sur les lieux de récolte, une partie des produits d'un champ de cannes à sucre, s'élevant parfois jusqu'au tiers de la totalité. Sur toute habitation, la proportion ainsi abandonnée est toujours considérable.

Ces cannes ou portions de cannes ainsi délaissées actuellement se composent de celles qui n'ont point atteint une maturité suffisante, de celles qui entrent en végétation tardive par suite de pluies, ou qui, jetées bas par le vent, végètent au contact du sol, et enfin des *têtes* de cannes.

On appelle ainsi la partie trop verte qui constitue quelquefois le tiers de la longueur de la canne.

Ces cannes ou portions de cannes, qui ont toujours une richesse saccharine d'au moins 5° Baumé, sont abandonnées parce que les procédés ordinaires, limités dans l'emploi de la chaux, ne peuvent avoir raison des abondantes matières organiques étrangères au sucre, et des acides libres qu'elles renferment.

Dans certains pays, des gelées et des dégels successifs rendent la tige elle-même, ou le jus qu'on en extrait, impossibles à traiter, pour les mêmes motifs, par les procédés ordinaires, et par suite de la puissante et énergique réaction acide qui s'y développe.

Autant de causes de perte pour le producteur, perte qu'on peut éviter dès qu'on ne craint plus d'administrer la chaux à forte dose. C'est dans ce sens surtout que le procédé Garcia présente des caractères d'utilité incontestables. Enfin, la même observation s'applique aux betteraves gelées ou avariées, qui causent des pertes très-considérables, quoique d'une importance moindre que celles qu'éprouvent les producteurs de sucre de canne pour des causes analogues.

Sucre raffiné. — Bien que nous anticipions ici sur les notions relatives au raffinage qui feront l'objet principal du second volume de cet ouvrage, nous croyons devoir compléter la description du procédé Garcia, en continuant à reproduire les prétentions de l'auteur à cet égard.

Le raffinage du sucre brut est une opération compliquée de détails qui se multiplient en raison des matières sur lesquelles on opère ; ces détails, qui se traduisent par des frais, consistent à former avec le sucre brut une dissolution à une densité donnée, à dépouiller la liqueur des impuretés et des corps étrangers mêlés ou combinés, à décolorer les matières, à porter à la cuite et à isoler le sucre cristallisable, en entraînant dans les eaux mères le sucre incristallisable et les sels solubles étrangers.

Le moyen de raffinage le meilleur est nécessairement celui qui affranchit, le plus complétement et le plus rapidement possible, les liqueurs sucrées des matières étrangères ; celui qui, loin d'introduire une cause de coloration, tend à éliminer celles qui existent, permet ainsi d'augmenter l'effet utile du noir animal, en limitant son action à celle d'agent décolorant,

et permet à la concentration des sirops de marcher librement jusqu'à la cuite.

Il est évident que plus les liqueurs sont promptement débarrassées des matières étrangères, organiques ou non, qui réagissent sur le sucre, plus grand doit être le rendement de ce dernier, et meilleure la qualité après le raffinage. Il est pareillement évident que, plus rapidement marche la concentration, plus grande est la quantité de sucre obtenu, soustrait qu'est celui-ci à cette loi de la transformation qu'il subit par le seul fait de son contact avec l'eau pure en ébullition. Il est évident enfin que mieux sont remplies ces conditions, plus facilement se fait le départ du sucre cristallisable, et moindre est la quantité qu'entraînent les eaux mères ou sirops d'écoulement.

Les sucres aujourd'hui traités en France par les raffineurs sont : le sucre indigène ou de betterave et le sucre de canne ou exotique.

Le sucre indigène retient un excès de chaux que la nature des jus de betteraves a contraint d'employer dans leur traitement. Entre autres agents en usage pour s'en débarrasser, le noir animal en grain ou en poudre tient un rang important, mais constitue un des principaux articles de dépense de l'opération tout entière. Un agent qui peut éliminer, dès le principe, la chaux et les matières étrangères, est un instrument d'économie dans l'emploi du noir animal.

Le sucre exotique, traité par la chaux en quantité trop faible en général, est remarquable, au contraire, par le caractère d'acidité qu'il manifeste et qui s'est encore développé pendant le séjour prolongé du sucre dans la cale des navires. Cette condition est cause du déchet considérable auquel le raffineur cherche à porter remède. Pour arriver à ce résultat, on est obligé de faire usage de quantités importantes de chaux, qui réagissent sur le sucre, le détruisent ou se combinent avec lui, et causent des déchets excessifs, malgré tous les moyens employés ensuite pour en atténuer la portée. Le raffineur, forcé d'avoir recours à des doses de chaux en excès, est contraint de s'adresser à des réactifs coûteux pour éliminer cette portion de l'alcali qui échappe à l'action des autres moyens employés. Le procédé Garcia a pour objet de dispenser de l'ensemble des opérations pratiquées pour éliminer la chaux,

en substituant, d'une façon générale, aux agents employés, un réactif peu coûteux, d'un effet certain, qui se retrouve toujours dans les résidus, et peut être ainsi employé presque indéfiniment, et qui débarrasse complétement les sirops de la chaux et des matières organiques étrangères.

Cette réaction est toujours fondée sur l'action qu'exercent les corps saponifiables sur la chaux. Le savon employé est, suivant le cas, le savon n° 2 ou le savon n° 3, préparé d'une manière spéciale pour le raffinage.

S'il s'agit de traiter des sucres indigènes, à grand excès de chaux, on fait usage du savon n° 2 préparé en empâtant, avec le savon n° 1, non plus une partie en poids du corps saponifiable, mais bien deux parties, ou mieux encore toute la quantité qu'il en peut absorber. De cette façon on diminue, autant que faire se peut, la quantité de soude mise plus tard en liberté dans la liqueur, et réagissant alors sur le sucre.

Le savon n° 1 renferme 60 parties de matière grasse et 6 de soude ; le savon n° 2, 160 parties de matière grasse et 6 de soude ; le savon n° 2, avec addition *d'une nouvelle partie du corps gras*, 260 parties de matières grasses et 6 de soude. Les rapports entre la soude et le corps gras sont donc : 10 pour 100 pour le premier, 3,75 pour 100 pour le second, et environ 2,31 pour 100 pour le troisième.

Le savon ainsi préparé convient également pour traiter les sucres exotiques préalablement passés à la chaux ; mais il est certains d'entre eux qui renferment des acides en liberté tellement tenaces dans leurs réactions, qu'ils résistent à l'action de cet alcali. Le savon n° 2, additionné de corps gras, est alors modifié et transformé en savon n° 3, par une addition convenable, faite à froid, d'ammoniaque liquide ou de carbonate d'ammoniaque. Préparé avec cet alcali, le savon s'empare immédiatement des acides libres ; la portion du corps gras correspondante s'empare de la chaux d'abord ajoutée à la liqueur, et la soude, mise en liberté de son côté, agit sur le sel ammoniacal formé, et isole l'ammoniaque qui se dégage à mesure que la température s'élève.

En conduisant l'opération de la sorte, et avec des doses convenables, les acides libres sont saturés, la chaux est éliminée, et il ne reste plus, pour ainsi dire, à aucun moment, d'alcali en liberté dans les sirops. On comprend du reste que la pra-

tique enseignera à préciser les détails d'une opération que la description ne peut mieux déterminer.

Quel que soit le savon dont on fait usage, on procède de la façon suivante à son emploi.

Si les matières traitées renferment un excès de chaux, et sont dissoutes de manière à obtenir une liqueur à 28° Baumé environ [1], cette dissolution est chauffée à environ 40 degrés centigrades dans la chaudière à clarifier. Le savon dissous comme à l'ordinaire, et dont les proportions doivent être déterminées suivant chaque cas particulier, est alors uniformément réparti dans la masse du liquide, à l'aide d'une agitation convenable et prolongée, quelque temps après l'admission de la vapeur. Au premier signe de bouillonnement, celle-ci est partiellement interceptée, de façon à maintenir le liquide sous l'influence d'une haute température, sans permettre à l'ébullition de s'établir. Ce repos amène à la surface le savon calcaire, qui entraîne avec lui toutes les matières étrangères au sucre. Ce fait a été plus haut l'objet d'explications suffisantes pour dispenser d'en parler de nouveau.

Le sirop tiré à clair est d'une limpidité parfaite. Le noir en grain au travers duquel on le filtre n'a plus à éliminer la chaux ni les matières étrangères ; il agit, en conséquence, avec une remarquable énergie, comme agent décolorant, et son action s'étend sur une quantité de sirop plus considérable, ce qui revient à dire qu'on réalise ainsi une notable économie relative dans son emploi. Les sirops, conservant leur limpidité, rendent inutiles les filtres à poches ou autres, et, si l'on se borne à filtrer une seule fois le sirop concentré à 30° Baumé et traité par le noir en poudre et le sang de bœuf, on obtient une liqueur limpide, bien décolorée, d'une pureté remarquable, ne se troublant plus, d'une concentration et d'une cuite faciles, cristallisant et purgeant aisément. Les seconds produits, à leur tour, participent à ces avantages.

Si les matières traitées ont, au contraire, un caractère d'acidité développée, on les traite, soit directement par le savon n° 3 ammoniacal, soit d'abord par la chaux, à la façon ordinaire, et ensuite, comme il est dit ci-dessus, par le savon n° 2 à base de soude et préparé avec excès du corps saponifiable. Le

[1] Voir les *Notes complémentaires*.

traitement a lieu en prenant toutes les précautions indiquées dans ce paragraphe et mentionnées aussi en détail, à propos de la fabrication des sucres bruts de canne et de betterave.

Si l'on emploie directement le savon ammoniacal, on peut immédiatement procéder comme il a été dit ; mais si l'on clarifie d'abord à la chaux, il faut alors ramener les liqueurs à 40 degrés centigrades à l'aide d'un réfrigérant, ou en les réunissant dans des réservoirs, et employer ensuite, comme il a été dit, et suivant le cas, soit la dose totale du savon, soit une partie seulement, en pratiquant ensuite une seconde clarification, avec l'excédant, sur les sirops concentrés à 28° Baumé.

En résumé, les avantages que la raffinerie trouverait à l'emploi des procédés que nous venons de décrire succinctement consistent : dans une conduite plus simple et plus facile de l'opération, dans une simplification des détails, dans une économie considérable de noir animal, dans une concentration et une cuite rendues faciles, et dans le meilleur rendement et dans la meilleure qualité des premiers, seconds et troisièmes *produits*.

Objections et observations. — Ce procédé offre des inconvénients notables, auxquels il serait peut-être possible de porter remède, mais qui n'en existent pas moins aujourd'hui dans toute leur plénitude. Nous les signalons sommairement.

1° Nous savons déjà (voir liv. I) qu'il existe dans les jus des plantes saccharines, outre l'eau et le sucre, des *matières azotées* qui agissent comme *ferment*, et des substances salines, parmi lesquelles on distingue surtout les sels de soude et de potasse.

Lorsqu'on introduit un excès d'hydrate de chaux dans ces jus, les matières albumineuses et quelques autres forment avec une partie de la chaux des combinaisons insolubles ; une portion du sucre forme du sucrate de chaux, mais il se produit aussi d'autres sels calcaires par la réaction de la chaux sur les sels préexistant dans la liqueur.

Les bases de ceux-ci sont isolées ; celles qui sont insolubles se précipitent en partie, mais il en reste une portion dissoute à la faveur du sucre, qui est doué d'une grande puissance dissolvante pour nombre d'oxydes. Quant aux corps solubles, ils restent dans les jus, sur lesquels ils exercent une influence plus ou moins nuisible. A ce groupe appartiennent surtout la potasse et la soude, mises en liberté par la chaux.

Les moûts déféqués à la chaux renferment donc de l'eau, du sucre, du sucrate de chaux, des sels calcaires, des bases métalliques, et notamment une proportion assez considérable d'alcalis fixes. Cette dernière circonstance se présente surtout dans les jus de betterave, qui renferment assez de potasse pour que l'on puisse fabriquer avantageusement du salin avec les résidus de la distillation des mélasses.

Lorsqu'on introduit du savon sodique dans des moûts ainsi traités, le sucrate de chaux et les sels calciques solubles abandonnent leur chaux aux acides gras du savon, de la soude est mise en liberté, et une partie de cet alcali se combine aux acides des sels calciques décomposés pour reformer des sels à base de soude. D'un autre côté, une portion des acides gras s'unit aux alcalis libres et aux bases diverses du moût; il se forme des savons solubles et des savons insolubles, dont les derniers seuls sont éliminés.

En somme, après la *double défécation*, il reste dans la liqueur de l'eau, du sucre, probablement quelques sucrates, des sels de soude, de la soude et de la potasse unies aux acides gras, peut-être même, dans la plupart des cas, des alcalis libres. La chaux et quelques bases sont éliminées, mais il ne reste pas moins des alcalis libres ou combinés et notamment des savons, solubles surtout à chaud, dont nous verrons les effets.

2° A la concentration, les jus ainsi traités se colorent presque autant que les autres.

3° A la filtration sur le noir et par la réaction des principes calciques du charbon d'os, il s'opère une nouvelle décomposition en sens inverse; les savons sont séparés en leurs éléments, et il se forme du savon calcaire très-divisé et des carbonates alcalins. Ceux-ci restent dans la liqueur sur laquelle ils agissent ultérieurement comme nous avons dit (liv. I, ch. I); le savon calcaire, composé d'*oléate*, *stéarate* et *margarate de chaux*, s'interpose dans le noir, le graisse et le salit, en sorte que les filtres sont mis rapidement hors d'usage par cet inconvénient.

4° Ajoutons une observation qui confirme ce qui précède : il arrive souvent que divers sels, tels que des acétates, etc., d'origine normale ou de nouvelle formation, réagissent sur le savon calcaire; il se forme des sels de chaux solubles, les corps gras deviennent libres et la matière imprègne le noir et enduit toutes les parties des filtres, des faux fonds et des conduites,

ce qui est un très-grave inconvénient. Ce fait a été constaté par tous les observateurs qui ont suivi les applications manufacturières du procédé.

5° Dans le procédé Garcia, le dosage du savon à employer est très-difficile, pour ne pas dire impossible. En effet, si l'on peut, jusqu'à un certain point, doser le savon relativement à la chaux employée, il n'en est pas de même des autres agents qui se trouvent dans les jus, pour lesquels des analyses chimiques seraient constamment nécessaires.

6° L'appareil à refroidir les jus est une cause inutile de dépense, d'ennui et de travail, qu'il conviendrait d'éviter. Il est industriel de *remplacer* un appareil par un autre, mais il n'est pas manufacturier d'*augmenter* le nombre des instruments par des appareils spéciaux d'une nécessité ou d'une utilité contestables.

7° Les produits Garcia sont plus beaux que par le procédé Barruel, les jus s'altèrent moins ; mais on ne peut nier que, dans certains cas, les sucres affectent une odeur spéciale de corps gras, ou plutôt de matière savonneuse. Cette considération mérite une attention sérieuse.

8° La reconstitution des agents consisterait dans le traitement du savon calcaire par un acide susceptible de s'unir à la chaux pour former un sel soluble, et de mettre les corps gras en liberté. Ces corps gras seraient ensuite ramenés à l'état de savon sodique...

Il y a ici quelques observations à faire sur lesquelles nous avons vainement appelé l'attention de l'auteur du procédé.

Les corps gras traités par les acides et séparés de la chaux entraînent avec eux la plus grande partie des matières colorantes dissoutes et diverses autres substances, en sorte qu'ils forment un magma boueux et brun foncé, qu'on ne peut plus considérer comme élément d'un bon savon. D'autre part, il est bien difficile que le fabricant de sucre puisse avantageusement se livrer à de telles manipulations et préparer lui-même ses savons, etc. S'il s'adresse aux intermédiaires et aux savonniers, le savon neuf lui coûtera beaucoup trop cher, relativement au prix de vente du savon calcaire à décomposer, et il n'aura de cette perte qu'une compensation insignifiante. Il faut, en effet, environ 10 de corps gras pour saturer 1 de chaux libre ou combinée, et les chiffres de M. Garcia ne sont

pas assez élevés, bien que la quantité de savon qu'il employait fût déjà trop considérable pour une manipulation facile.

9° On a reproché avec raison au procédé Garcia d'être d'un prix de revient trop élevé. Supposons, en effet, le prix d'achat du savon à 1 fr. 50 c., celui de vente des savons calcaires à 40 centimes, ce qui est raisonnable de part et d'autre. Une défécation de 10 hectolitres, par 4 kilogrammes de chaux seulement, conservera au moins 1 kilogramme de chaux libre ou surtout à l'état de sucrate.

Cette quantité hypothétique, mais assurément trop faible, exigera 10 kilogrammes de corps gras, soit 11 kilogrammes de savon au moins, pour que la saturation soit complète. On aura donc :

11 kilogrammes de savon à 1 fr. 50..................	16 50
Main-d'œuvre, etc. *mémoire*..........................	» »
A déduire, 11 kilogrammes de savon salcaire à 0,40.	4 40
Perte sèche........	12 10

Cette somme de 12 fr. 10 c. n'est pas compensée par les avantages du procédé, et, pour qu'un tel résultat fût atteint, il faudrait que le fabricant de sucre se fît *savonnier*, ce qui présente de grandes difficultés. Nous croyons en résumé que, malgré les affirmations de l'auteur, auxquelles nous n'avons rien retranché dans l'exposé qui précède, sa méthode ne peut présenter assez d'avantages pour en contre-balancer les inconvénients, au moins dans l'état où elle est offerte à la pratique ! ! !

Nous terminons ce chapitre par l'examen d'une méthode ancienne, ramenée sur le tapis depuis peu, et sur laquelle plusieurs personnes fondent des espérances que nous regardons comme irréalisables.

Emploi de l'alcool *dans la fabrication du sucre brut et la raffinerie.* — L'emploi de cet agent n'est pas plus chose nouvelle que beaucoup d'autres, et, comme nous le montrerons plus loin, il date de l'origine de l'industrie sucrière indigène. On a cherché depuis quelque temps à le *ressusciter*, et nous croyons de notre devoir d'éclairer la fabrication et la raffinerie sur sa valeur réelle. On a engagé dans cette affaire des intérêts assez considérables, mais ce n'est pas une raison pour que nous transigions avec les exigences de la conscience et de la vérité.

Quelles sont les conséquences, quels sont les résultats possibles en sucrerie par l'emploi de l'alcool?... Cette question doit avant tout préoccuper les hommes de pratique, et ils ne seraient pas excusables, s'ils se jetaient tête baissée dans une voie de mécomptes, sans l'avoir résolue. Pour l'apprécier convenablement on doit la scinder et se demander : 1° quelle est la valeur de l'emploi de l'alcool en sucrerie ; 2° quelle est cette même valeur en raffinerie?

De l'emploi de l'alcool en sucrerie. — Les partisans de cette méthode sont placés dans l'une ou l'autre des conditions suivantes : ou bien ils emploieront l'*alcool absolu*, ou ils se serviront d'*alcool* plus ou moins *hydraté;* ou bien ils agiront sur la matière première normale, ou sur cette même matière sèche... Dans l'une ou l'autre de ces circonstances, l'emploi de l'alcool est aussi absurde que peu industriel, et nous allons le démontrer. En effet, on ne peut se servir d'alcool absolu pour extraire le sucre cristallisable des matières saccharines sèches, puisque, dans ce cas, ce menstrue n'en dissoudrait pas à froid, et qu'il n'en dissoudrait pas à chaud une quantité suffisante. Le prix de revient élevé de cet agent force en outre à réfléchir sérieusement, quand même il serait applicable, ce qui n'est pas et ne peut pas être. Si on le fait agir sur la matière prise à l'état normal, il cesse d'être absolu, car il s'hydrate en se mêlant à l'eau de végétation, et, dès lors, il doit être considéré comme de l'alcool ordinaire. Le cas de l'alcool absolu n'est donc pas même discutable en fabrication. Reste maintenant l'emploi de l'alcool aqueux.

Supposons que l'on se serve d'alcool à 85 degrés centésimaux pour extraire le sucre des matières normales ou sèches qui le contiennent. Que va-t-il se passer?... Cet alcool, agissant sur les substances normales, n'aura ni plus ni moins d'action que l'eau employée comme dissolvant, car il se chargera d'une quantité d'eau progressive telle, qu'il ne sera bientôt plus que de l'eau alcoolisée. Il aura le désavantage de dissoudre plus de matières colorantes et de substances grasses que l'eau elle-même, il ne dissoudra pas plus de sucre, il emportera également les sels alcalins, les plus nuisibles de tous, et l'on n'échappera pas à la nécessité de la défécation. Cette application aura eu simplement pour résultat d'augmenter les frais d'extraction de la matière sucrée. Ces frais seront augmentés de la

perte d'une portion de l'alcool, qui restera dans la matière, ou qui s'évaporera dans les opérations, d'une autre perte subie à la rectification, des frais de cette rectification elle-même, et enfin, de la rente d'un capital employé inutilement et en pure perte. Le seul avantage qu'on y trouverait, c'est que les moûts sont soustraits à l'influence de la fermentation, à condition qu'ils contiennent de 25 à 30 pour 100 d'alcool. Cet avantage est bien minime, proportion gardée, et il ne peut établir la balance avec ce que nous avons signalé d'inconvénients positifs, qui ne permettent pas de songer à utiliser cette méthode.

Il convient maintenant de l'examiner avec soin pour le cas où l'on agirait sur des cossettes, c'est-à-dire sur de la matière soumise à une dessiccation préalable. Supposons que nous avons affaire à 1,000 kilogrammes de cossettes de betteraves, contenant :

Sucre..................	636,364
Cellulose, etc..........	48,485
Albumine, etc..........	90,909
Sels....................	224,242
Total.....	1000,000

Si nous employons, pour extraire les 636k,364 de sucre, de l'alcool à 85°, cet alcool ne dissolvant que 25 pour 100 de son poids de sucre, il nous en faudra 2546k,456 pour épuiser la matière, et nous n'aurons d'autre moyen d'éviter cette proportion énorme que de nous servir d'alcool beaucoup plus faible ; mais alors nous serons en face d'une autre conséquence, savoir, que plus l'alcool employé sera faible et aqueux, plus il se rapprochera de l'eau, et moins il présentera les propriétés de l'alcool.

Admettons un instant l'emploi de l'alcool à 85° ; nous enlèverons le sucre et la plus grande partie des sels, cela est vrai, mais nous aurons aussi les matières colorantes, grasses, etc. Si nous faisons évaporer en vase clos pour recueillir l'alcool, notre produit sirupeux sera presque aussi impur qu'un sirop venant d'un moût non déféqué ; si nous déféquons préalablement le moût alcoolique, nous augmentons notre perte en alcool... Le sucre brut obtenu retiendra opiniâtrément une odeur désagréable de provenance, à moins que nous ne nous servions d'alcool très-fin, ce qui augmenterait notablement les

dépenses. Le sirop cuit à basse température conservera au moins un dixième de son poids d'alcool qui sera absolument perdu, sans parler de celui qui sera resté, malgré les lavages, dans la portion insoluble des cossettes. Nous retirerons un sirop à 42° composé de 636,364 de sucre, 112,121 de sels[1], ce qui n'est pas exagéré, et d'environ 254,545 d'alcool aqueux. Un tel sirop ne pourra nous donner du bon sucre, et le produit sera toujours gras, peu nerveux, à raison de l'excès relatif des sels. Il sera aussi coloré au moins que par les méthodes les plus vulgaires, et nul avantage sérieux ne viendra compenser notre dépense, qui se composera des éléments suivants :

1° La rente du prix vénal de l'alcool;

2° La rente des droits de consommation payés au fisc ;

3° La valeur vénale de l'alcool perdu dans les sirops et résidus ;

4° La valeur entière des droits de consommation pour ce même alcool perdu ;

5° La différence de plus-value des appareils spéciaux;

6° En outre, les frais de division en cossettes et de dessiccation de la matière première.

Ainsi, nous aurons augmenté les frais d'extraction de tous les éléments qui précèdent et nous n'aurons obtenu qu'un produit de valeur à peine égale, sinon inférieure. Nous ne parlons pas du prix de la matière première, qui reste le même; mais nous ne pensons pas que la défécation ordinaire et la filtration sur le noir animal soient aussi coûteuses que ce procédé incomplet. Il est évident que plus l'alcool employé sera d'un titre élevé, moins il aura d'action dissolvante sur le sucre, et plus il faudra en employer; plus, au contraire, l'alcool sera faible et aqueux, moins grande sera la quantité nécessaire, mais plus l'action de cet agent se rapprochera de celle de l'eau. On ne peut vraiment concevoir quel est le but que se sont proposé d'atteindre les personnes qui ont préconisé cette méthode, à moins que l'on n'y voie seulement une spéculation hasardeuse sous l'enveloppe transparente d'un mauvais procédé.

L'alcool hydraté ne dissout pas le ligneux, l'albumine, quelques sels...; il dissout l'eau, le sucre cristallisable, le sucre

[1] Moitié du poids des sels, attribuée aux sels alcalins.

liquide, plusieurs sels alcalins... C'est en présence de cette raison que nous avons dû modifier le procédé analytique de M. Péligot, ainsi que nous l'avons indiqué (p. 79). Dans le procédé de cet habile observateur, on est, en effet, conduit à des résultats trop élevés, puisque, dans le poids du sucre, dosé par différence, on compte celui de la matière grasse, de la substance colorante, de plusieurs sels, etc.

De l'emploi de l'alcool en raffinerie. — M. Ch. Derosne s'est servi de cet agent pour clairoer et décolorer le premier pain de sucre qu'il présenta à la Société d'encouragement en 1811. L'alcool décolore très-bien les cristaux de sucre et il s'empare du sucre incristallisable en passant à travers le pain ; il dissout d'autant moins de sucre cristallisable qu'il est plus près d'ôtre anhydre ou qu'il est plus saturé de ce même sucre. Cola posé et admis bien avant les expériences faites à Valenciennes, il importe de savoir ce qu'on peut attendre de ce procédé. La raffinerie dépense, en moyenne, 30 francs, pour mettre en pains blancs et raffinés 100 kilogrammes de sucre, et son produit est à peu près pur. En est-il de même par l'emploi de l'alcool et ce menstrue donne-t-il des produits aussi bons, à meilleur compte, ou à prix égal ? La réponse à ces questions résulte des éléments suivants.

L'alcool décolore très-bien le sucre et le dépouille des substances grasses, soit... Il ne lui enlève pas les matières albuminoïdes, ni les ferments qu'il peut retenir, il laisse le sulfate de chaux et plusieurs sels, qui se trouvent dans le sucre brut ; enfin, il donne au sucre une odeur empyreumatique qui ne disparaît que très-difficilement. Voilà pour la pureté du produit ; quant à son prix de revient, il est très-facile de l'apprécier. En effet, si nous comptons l'alcool à 90° au prix moyen de 100 francs l'hectolitre, aussi bien déphlegmé que possible, nous ajouterons, pour la France, le droit de consommation de 60 francs par hectolitre d'alcool absolu, ce qui portera le litre de 90° à une valeur nette de 1 fr. 54. Or, nous ne pouvons purger un pain de 10 kilogrammes *à moins* de 3 litres d'esprit, si la nuance se rapproche du type, et il nous en faudra davantage pour les sortes inférieures. Nous supposerons un emploi moyen de 4 litres, soit, pour 10 pains de 10 kilogrammes, 40 litres. Il restera dans la matière au moins $1^{lit},25$ qui ne sortira pas à l'égout, et sera perdu à l'étuve. D'un autre côté,

le sirop alcoolique d'égout ne rendra à la rectification que les huit dixièmes de son alcool; il coûtera des frais de rectification, que l'on ne peut évaluer au-dessous de 10 francs par hectolitre, et de plus, ce sirop contenant le cinquième de son poids de sucre cristallisable, ce sucre sera altéré à la rectification, et la moitié au moins sera transformée en mélasse, à moins d'opérer la rectification dans le vide.

Nos frais seront donc ainsi composés :

1° Alcool perdu interposé dans le sucre, 12^{lit},5, à 1 fr. 54 c., ci.	19 25
2° Perte à la rectification, 5^{lit},50, à 1 fr. 54 c., ci.	8 47
3° Frais de rectification, sur 27^{lit},50.	2 75
4° Sucre dissous, dans 27^{lit},50 (22^{k},825), à raison du cinquième du poids, soit 4^{k},565, dont la moitié est transformée, ce qui représente une perte de	2 50
5° Main-d'œuvre, etc., au moins	2 50
Total.	35 47

Le raffinage *incomplet* de 100 kilogrammes de sucre coûte donc plus cher que dans la méthode suivie habituellement, et les résultats en sont moins purs. Nous ne voulons pas dire qu'il n'y ait pas de progrès à réaliser dans les procédés de raffinage du sucre, loin de là, et nous traitons cette question *in extenso* dans le deuxième volume de cet ouvrage; mais, en tous cas, l'emploi de l'alcool serait plutôt un retour en arrière qu'un pas vers le progrès. Il ne présenterait quelques chances et ne mériterait attention que dans l'hypothèse où l'alcool ne dépasserait pas 50 francs de valeur vénale, et encore devrait-on compléter cette méthode, en terminant par un bon clairçage, au sirop blanc de sucre, qui chasserait l'alcool interposé dans la cristallisation. Dans ce cas seulement, les produits acquerraient une valeur plus grande, n'auraient plus de mauvaise saveur, et la rapidité du raffinage offrirait de l'intérêt.

CHAPITRE III.

EXTRACTION DU SUCRE DE CANNE. — MÉTHODES DIVERSES ET APPAREILS. — PRODUITS OBTENUS.

A part quelques exceptions recommandables, la fabrication exotique du sucre de canne est encore tellement arriérée qu'elle semble n'avoir pas fait un mouvement vers le progrès depuis son origine. Et cependant elle possède tous les éléments de succès que l'on puisse désirer; depuis la Louisiane jusqu'aux dernières limites de la culture de la canne, aux Antilles, au Brésil, dans les îles isolées, en Chine et dans l'Indoustan, en Afrique même, la fabrication du sucre de canne pourrait prendre d'immenses développements, et donner des masses incalculables de produits, si les fabricants consentaient à entrer dans la voie des améliorations...

La division de la canne ne peut se faire par la râpe; mais elle peut être faite avantageusement et rapidement par le hache-paille; l'expression grossière du suc peut être remplacée par un bon système de macération, et les autres opérations, conduites comme dans la sucrerie indigène, peuvent réaliser les résultats les plus avantageux. Il faudrait, pour cela, moins d'apathie et d'amour-propre que l'on n'en rencontre malheureusement, et lorsqu'un progrès exige des qualités morales gênantes, il se fait longtemps attendre.

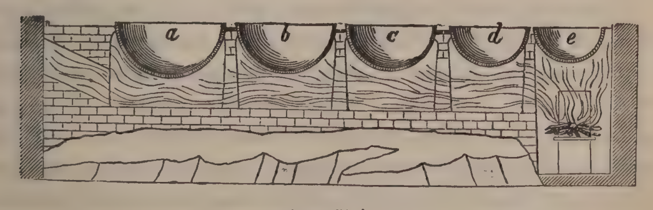
Les colons sortis de la vieille Europe sont jaloux de leur mère, et s'ils en tirent la plupart des éléments du luxe et du confortable, nombre d'entre eux s'imaginent n'avoir rien à lui demander sous le rapport de l'intelligence... soit; la nature a donné à tous les hommes l'instrument merveilleux du travail intellectuel; mais il s'atrophie dans l'oisiveté, et finit par ne plus être apte pour ses nobles fonctions. Ceux qui rougiraient d'imiter les procédés industriels de l'Europe ne se font pas faute de lui emprunter ce qu'elle peut avoir de mauvais, et, sous ce rapport, l'Amérique n'a rien à envier au vieux monde.

Il y a, nous l'avons dit, d'honorables exceptions; mais les exemples servent peu dans les contrées intertropicales, et nous tenons de source certaine que les hommes d'initiative ne peuvent guère y obtenir, à force de dévouement, de courage, et souvent de talent réel et d'esprit d'observation, que la répulsion, le mépris parfois, et souvent la réputation de folie s'attache à leur nom.

Dans les Etats-Unis, il semble se faire un mouvement assez prononcé vers l'amélioration des procédés, des méthodes et de l'instrumentation... Quelques sucreries fonctionnent à la vapeur et utilisent mieux leurs bagasses; quelques fabricants marchent en avant, et cherchent à faire plus et mieux; mais, là aussi, les hommes de mouvement sont rares, bien qu'ils appartiennent à la terre classique du mouvement, et il y a plus de mercantilisme que d'esprit d'industrie, que d'idées vraiment manufacturières.

Voici donc le procédé généralement suivi :

Lorsque les cannes sont récoltées, ou plutôt au fur et à mesure de leur récolte, on les transporte dans un magasin qui porte le nom de *parc aux cannes*. Ce magasin doit être situé le plus près possible des *laminoirs* à écraser la canne, autrement dit du *moulin*. Les cannes sont introduites entre les cylindres, en bois, en pierre ou en métal, disposés verticalement ou horizontalement; lorsqu'elles ont passé dans un sens, présentées par un ouvrier, un autre les repousse dans le sens opposé, en sorte qu'elles subissent deux pressions. Le jus est reçu sur une table entourée d'une rigole, et de là il se rend quelquefois directement dans les chaudières, mais plus souvent dans un réservoir ou bac, où on le laisse reposer pendant une heure.



(Fig. 51.)

Les chaudières sont réunies au nombre de cinq sur un fourneau allongé; cette réunion de chaudières porte le nom d'*équi-*

page. Le feu est alimenté par de la bagasse, et le foyer est placé sous la chaudière à cuire, la plus petite de toutes, qu'on nomme la *batterie*. Les chaudières sont rangées dans l'ordre indiqué par la figure 51 d'autre part.

La chaudière *a*, la plus éloignée du foyer, se nomme LA GRANDE, *b* LA PROPRE, *c* LE FLAMBEAU, *d* LE SIROP, et *e* LA BATTERIE. Autrefois, chacune de ces chaudières avait son foyer particulier; mais aujourd'hui, l'équipage est chauffé par un seul foyer sous la chaudière *e*. Le jus arrivant en *a* est porté à une température très-variable, additionné d'un peu de chaux, puis écumé. On le puise avec un puisoir et on le met en *b*, dans la propre. *a* se remplit de nouveau. Il se forme dans la propre de nouvelles écumes que l'on enlève et que l'on rejette dans la grande. Le jus, déjà concentré, est versé dans le flambeau en *c*, où il se concentre davantage, et où on l'examine pour reconnaître sa limpidité. De là, il passe en *d* dans le sirop, puis il arrive dans la batterie, où il parvient à la consistance de la cuite.

En sortant de la batterie, le sirop est mis dans un bac à refroidir, et lorsqu'il montre le *grain*, on le remue avec un mouveron, puis on le verse dans des tonneaux placés debout, dont le fond inférieur est percé de trous, munis de bouts de cannes formant chevilles. Lorsque la cristallisation est faite, on enlève les chevilles pour déterminer l'égouttage. Cette pratique est encore suivie dans beaucoup d'habitations; cependant, la plupart des fabricants laissent *grener* leur sirop pendant vingt-quatre heures, puis ils le mettent en formes, et, lorsque la masse est solidifiée, ils enlèvent la *tape* de la pointe, et font l'égouttage comme il est pratiqué en Europe pour les sucres bruts.

Le sucre égoutté, imparfaitement séché, est embarillé, lorsqu'il doit s'expédier complétement brut. Quelquefois il subit un ou deux terrages, et constitue la *cassonade à une* ou *à deux terres*.

Il arrivait même autrefois que l'on poussait la cuite au point d'obtenir une masse d'apparence semi-vitreuse, sans indices de cristallisation, que l'on enfermait ainsi dans des futailles à expédier.

Cet aperçu général sur ce qui se pratiquait autrefois et se pratique encore dans beaucoup d'endroits nous permettra de

passer plus aisément en revue les diverses méthodes usitées, les appareils employés, et les modifications qu'ils ont subies.

Du vin de cannes ou vesou.— Le jus de cannes exige les plus grands soins et la plus grande précaution dans le traitement qu'on lui fait subir, si l'on ne veut s'exposer à le voir s'altérer très-promptement, sous l'influence d'une température assez élevée qui favorise extrêmement la fermentation.

Le vesou sortant des cylindres accuse toujours de l'acidité par sa réaction sur le papier bleu de tournesol, il précipite par le bichlorure de mercure. Il est constamment d'une apparence trouble, louche ; sa couleur est gris verdâtre, il dépose rapidement, et offre une saveur franchement sucrée, agréable et aromatique. Son albumine et plusieurs ferments de même nature se coagulent en écumes vers $+60^0$ à $+65^0$.

Nous avons assez étudié l'action des acides et des alcalis sur le sucre et les solutions sucrées pour comprendre que le vesou en éprouvera toutes les altérations auxquelles on peut s'attendre en général ; nous connaissons la décomposition que la chaleur fait subir à la matière saccharine, et nous nous sommes suffisamment rendu compte des phénomènes qui doivent se passer dans la défécation, pour que nous n'ayons pas à y revenir. La température moyenne de $+30^0$ à $+33^0$ que subissent les vesous et sirops dans la fabrication exotique fait entrer presque immédiatement les premiers en fermentation, tandis qu'elle altère les seconds par son action longtemps prolongée. D'un autre côté, le traitement des vesous à feu nu, pour les amener à la cuite, doit nécessairement produire une certaine quantité de sucre liquide aux dépens du sucre prismatique, surtout si la défécation n'a pas été assez bien faite pour enlever les acides et purifier les jus.

Le vesou se débarrasse par le repos d'une assez grande quantité de matières insolubles et de débris qu'il retient en suspension au sortir des cylindres ; mais n'a-t-on pas à craindre, ce qui arrive presque toujours, qu'un liquide acidulé, dans lequel, en raison même de cette acidité et de leur nature particulière, les ferments sont au plus haut degré d'excitation et d'énergie, n'entre presque immédiatement dans le mouvement fermentatif ? Quelles sont les précautions qui ont été prises à cet égard ?...

Que la *fécule verte* ou les débris de parenchyme et les ma-

tières insolubles se déposent, cela est très-bien, mais il convient de compter avec les ferments solubles et insolubles, et tous sont nombreux dans le vesou, depuis l'*albumine* jusqu'à la *matière globulaire,* que nous appellerions volontiers le *ferment à l'état naissant*, et par conséquent arrivé à sa période de plus grande activité.

Nous ne reviendrons pas sur les diverses opinions qui ont été émises, sur les discussions dont l'étude de la canne, encore fort incomplète, a été l'objet, mais il nous est permis d'avancer que pas une des opérations pratiquées n'est rationnelle ; en voici la récapitulation, avec les observations dont nous croyons devoir l'accompagner, avant de décrire plus en détail les méthodes et les appareils de la sucrerie exotique.

OPÉRATIONS. — 1° *Extraction du vesou.*

Observation. Opération mal faite, mal conduite, laissant la moitié du sucre dans la bagasse au moins. Les appareils sont mauvais, essentiellement et diamétralement opposés à ce qui convient à la nature de la canne ; de plus, quelque lente que soit leur action, elle est encore trop rapide pour une bonne extraction, quoique trop lente pour la conservation des jus.

2° *Repos du vesou.*

Observation. Cette opération est rationnelle en principe ; mais elle cesse de l'être en fait. Comment veut-on qu'une liqueur, qui commence à fermenter au sortir des laminoirs, se maintienne pendant une heure, en présence de ferments très-actifs, sous une température excitante, sans entrer en fermentation ?

3° *Défécation et filtration.*

Observation. Opération insignifiante. Elle ne consiste guère que dans la coagulation de l'albumine par la chaleur, car la quantité de chaux, ajoutée tout à fait arbitrairement et trop faible, ne peut donner un résultat complet.

La filtration n'est usitée qu'exceptionnellement.

4° *Concentration.*

Observation. La concentration à feu nu dans la propre, le flambeau et le sirop, d'un jus mal déféqué, ayant subi un

commencement de fermentation, ne peut manquer de produire beaucoup de mélasse.

5° *Cuite.*

OBSERVATION. Pèche par la même raison, et n'est pas convenablement suivie par les travailleurs nègres, dont l'intelligence est assez bornée. Il importerait de substituer l'infaillibilité de la machine à leur étourderie naturelle.

6° *Cristallisation.*

OBSERVATION. On ne suit aucun des principes généraux qui doivent diriger cette phase de la fabrication.

Il résulte de l'ensemble de fabrication suivi ordinairement que 1,000 kilogrammes de cannes donnent les résultats *moyens* suivants :

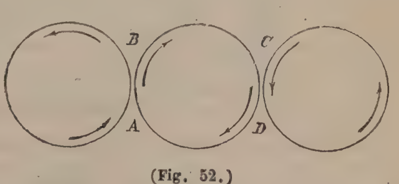
Sucre restant dans la bagasse.....	87k,50	} = 170k,00
Sucre obtenu..................	60 00	
Valeur saccharine de la mélasse...	22 50	

EXTRACTION DU VESOU.

Les *moulins à cannes* sont ordinairement placés près du parc aux cannes, afin d'éviter les longs transports; ils sont mis en mouvement par l'eau, le vent, un manége, ou, trop rarement, par la vapeur.

On distingue les *laminoirs* en *verticaux* et *horizontaux;* ces derniers sont préférables.

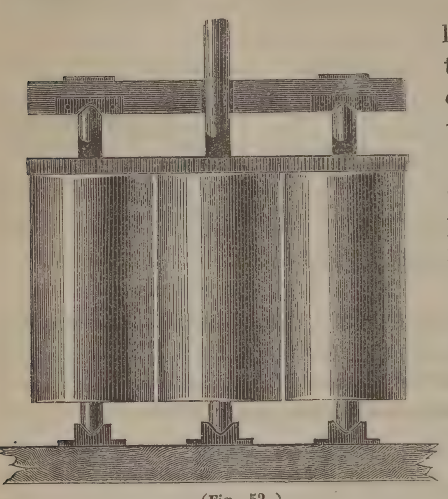
Les laminoirs verticaux sont composés de trois cylindres ou *rolls* (fig. 52), dont les deux latéraux reçoivent le mouvement de celui qui est intermédiaire. Ce mouvement a lieu dans le sens des flèches.



(Fig. 52.)

Lorsque la canne est engagée en *A*, elle est entraînée vers *B*, et par l'effet de la pression, une partie du jus s'écoule du côté *A*; la canne, reprise à sa sortie en *B*, est engagée de nouveau en *C*, où il s'écoule encore du vesou, et de là elle sort

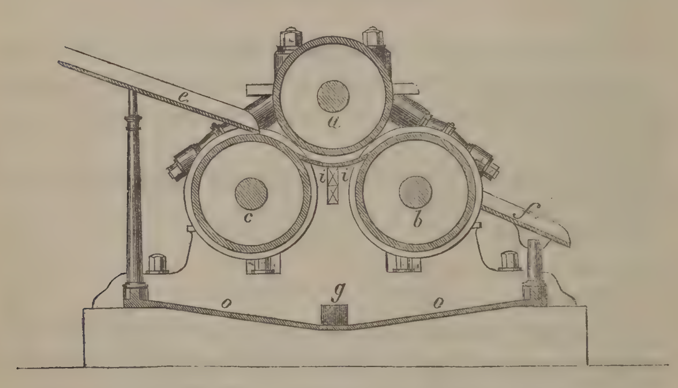
en *D* pour être portée dans un magasin appelé *case aux bagasses*.



(Fig. 53.)

La figure 53 donne l'idée de la disposition des trois rolls dans les laminoirs verticaux.

Ces laminoirs sont en grande partie supprimés aujourd'hui et remplacés par les laminoirs à rolls horizontaux (fig. 54 et 55). Cette disposition est meilleure, en ce sens, qu'outre l'action due au mouvement, les cannes ont encore à subir l'effet qui dépend d'une plus grande fixité, d'une résistance supérieure des rolls.



(Fig. 54.)

Le laminoir à trois rolls est formé de trois cylindres horizontaux en fonte ; ils sont creux, et peuvent être rapprochés par le mouvement d'une vis de pression *ii'* qui appuie sur les porte-coussinets. M. Payen donne de ce laminoir à trois rolls une bonne description, qu'il accompagne d'observations fort justes.

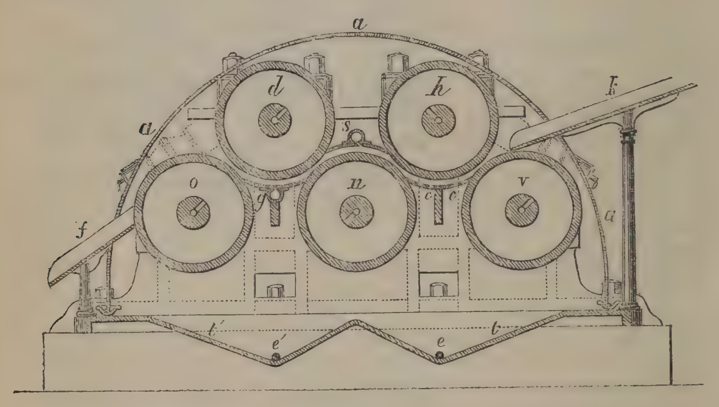
L'un des cylindres, dit-il, reçoit le mouvement d'une grande roue mue par un pignon, et le transmet aux deux autres par trois roues d'engrenage égales, montées sur les axes des trois cylindres; les cannes sont amenées par un tablier sans fin sur la plaque intermédiaire entre les deux premiers cylindres *ac*, où elles sont aplaties et pressées; elles sont conduites par une lame courbe de tôle entre le cylindre *a* et le troisième *b*, qui sont plus rapprochés, de manière que la pression soit graduée et le plus complète possible. On doit faire marcher lentement les cylindres pour laisser au jus le temps de s'écouler par le caniveau *g*.

M. Payen ajoute qu'il a indiqué une disposition qui augmente le rendement : *elle consiste à chauffer, par la vapeur, l'intérieur des cylindres*, comme cela se pratique dans les papeteries; la canne, chauffée pendant la pression, perd une partie de son élasticité, laisse écouler plus facilement le vesou, et, se gonflant moins après l'expression, réabsorbe moins de jus que par l'expression à froid. Il arrive parfois que des nœuds de cannes se superposent, ou qu'un corps étranger dur quelconque vient s'engager entre les cylindres, et présente une résistance telle, qu'*elle détermine la rupture d'une des parties essentielles* dans le mécanisme du moulin. Cet accident pourrait être très-grave, si les constructeurs n'avaient pris la précaution de faire une des pièces de la machine, l'axe qui transmet le mouvement au pignon de la grande roue, par exemple, beaucoup plus faible que les autres; il en résulte que, par un effort accidentel trop grand, la rupture a lieu sur cette pièce. Comme on se pourvoit ordinairement de plusieurs de ces pièces de rechange, on évite ainsi de longs chômages. MM. Derosne et Cail emploient une disposition plus commode en plaçant un des engrenages en forme de cercle mobile à frottement sur la grande roue alesée : on comprend qu'un grand effort faisant tourner le cercle qui porte l'engrenage, la presse ne fonctionne plus momentanément; on peut alors désembrayer, dégager l'obstacle et reprendre aussitôt le travail.

On pourrait augmenter le rendement en jus, dans la fabrication du sucre de canne, en employant des moulins à cinq cylindres : les cannes seraient alors soumises à quatre pressions successives; on extrairait, en outre, une portion du jus

par endosmose, en injectant de la vapeur mêlée de gouttelettes d'eau sur les cannes avant qu'elles parvinssent à la dernière paire de cylindres. Ces dispositions, indiquées par M. Payen, ont été appliquées par M. Nilus, puis par MM. Derosne et Cail; elles ont produit les effets attendus; mais la complication un peu plus grande des presses semble devoir y faire renoncer, tant que l'industrie mécanique ne sera pas plus avancée aux colonies.

La figure 55 ci-dessous indique une de ces presses à cinq cylindres :



(Fig. 55.)

On y remarque les axes creux *odhnv*, donnant issue à la vapeur; deux des lames courbes portent un tube qui amène la vapeur mêlée d'eau à la troisième et à la quatrième pression : entrées sur le tablier *k* entre les cylindres *hv*, les cannes subissent ainsi quatre pressions, et sortent sur le plan incliné *f*; une enveloppe en tôle *aaa* maintient la chaleur, en sorte que le *jus* échauffé à $+60^0$ ne peut fermenter; il s'écoule par les plans inclinés *ll'* et les tuyaux *ee'*, au réservoir ou monte-jus qui l'envoie directement aux chaudières à défécation.

Ces dispositions, assurément fort ingénieuses, n'ont pas réussi à faire adopter cet appareil dans les colonies; c'est à peine s'il fonctionne aux Etats-Unis. La raison en est dans sa complication, la difficulté des réparations, et, de plus, l'impossibilité de s'en servir si l'usine n'est pas montée à vapeur. Il y aurait, en effet, tel nombre de rolls que l'on voudrait, que

l'on n'extrairait pas une goutte de vesou de plus, lorsqu'on serait arrivé à un point donné, à moins d'imbiber la bagasse d'eau ou de vapeur mêlée d'eau pour dissoudre le sucre que la pression a, pour ainsi dire, solidifié dans les cellules.

D'un autre côté, dans les habitations où l'on n'a pas la vapeur à sa disposition, un tel laminoir exige plus de force qu'on n'en a à dépenser. Aussi, malgré tout l'avantage théorique que présenterait cette machine, elle est presque restée à l'état de projet.

REPOS ET DÉCANTATION.

Le vesou arrive dans le bac à repos, y abandonne beaucoup de matières insolubles...

Nous conseillons aux planteurs d'introduire dans la liqueur des solutions capables d'arrêter l'action du ferment, et, selon nous, voici ce qu'il conviendrait de faire. On aurait deux de ces bacs; pendant que l'un verserait son produit dans la *chaudière à déféquer*, l'autre recevrait le vesou venant du moulin. Au fur et à mesure que l'un de ces bacs serait vide, on y verserait une dissolution suffisamment concentrée d'une substance tannante quelconque, en quantité convenable pour rendre insolubles toutes les matières albuminoïdes. On agiterait deux ou trois fois pendant le remplissage; puis on ferait arriver dans la *grande*, ou dans la chaudière à déféquer, la portion claire; le dépôt serait passé au débourbeur.

Il est *facile partout* d'exécuter cette précaution, de construire une caisse à débourber, ou de débourber en sacs, et l'on n'a rien à objecter contre cette manœuvre.

DÉFÉCATION. FILTRATION.

Lorsque l'on fait arriver le vesou dans la *grande*, on y ajoute un peu de chaux pour *détruire son acidité*, mais non assez pour le déféquer, aussitôt que le liquide est arrivé à une température arbitraire d'environ $+60^{\circ}$, que le nègre chargé de la grande *évalue à la main* le plus souvent... C'est ce que l'on désigne par les mots : *enivrage du vesou*.

Nous avons indiqué un procédé d'essai, qui permet d'apprécier la quantité de chaux qu'il faut employer *pour tous les jus*

sucrés, c'est là la véritable marche pratique qu'il convient de suivre.

Nous ne voyons pas de différence de main-d'œuvre dans les deux procédés que voici :

Ce qu'on fait :	*Ce qu'on pourrait faire :*
Le vesou, écumé dans la grande, est *puisé* à la poche dans cette chaudière et mis dans la propre, où l'on sera obligé de l'écumer encore.	Le vesou déféqué est puisé et jeté au fur et à mesure dans un petit débourbeur, ou dirigé vers un filtre (méthode Taylor). Le produit de la filtration n'a plus besoin que d'être concentré dans la propre, le flambeau, le sirop.

On écume le vesou lorsque l'albumine est coagulée et que les écumes sont montées, ou bien au fur et à mesure... Tout cela est bien plus long, plus fatigant et plus ennuyeux qu'une filtration. Il faut encore écumer dans la PROPRE, fort mal nommée!

Au lieu de cela, par la filtration après défécation, on peut marcher sans obstacles jusque dans le flambeau. On mettrait au-dessus du sirop une chausse ou un appareil très-simple, qui filtrerait le produit du flambeau et le laisserait couler par intermittences dans le sirop...

Un tel appareil n'est pas difficile à construire[1]; il peut se faire *partout* avec du bois et de la bonne volonté.

CONCENTRATION.

On écume dans la grande, on écume et l'on concentre dans la *propre*, on continue la concentration dans le flambeau et le sirop...

Tout cela se fait à feu nu !...

On détériore le sucre ; on en brûle la moitié...

Etudions un peu la question.

Un CHAUDRON en cuivre, muni d'un manomètre, donnant de la vapeur à 4 atmosphères, peut fournir plus de vapeur qu'il n'en faut pour faire fonctionner convenablement un défécateur, deux chaudières à concentrer et une chaudière à cuire[2].

[1] Voir la note sur le sucre exotique.

[2] Nous en avons vu fonctionner un pendant six ans ; on le charge à 3 atmosphères et demie, il n'a pas plus de 0,70 de diamètre sur 0,75 à 0,80 de hauteur, tout compris, et il est chauffé par un fourneau portatif.

Ce petit appareil ne coûterait pas la vingtième partie de ce qu'un planteur perd dans ses bagasses brûlées... Comptons 4,500 francs, soit 5,500 francs, transport compris.

On pourrait le chauffer avec le quart des bagasses *épuisées* et séchées, au plus.

Et l'on pourrait *utiliser* au moins les trois quarts de la bagasse, soit pour sucre, soit pour tafia, etc.

CUITE.

Pas de cuite possible *à feu nu*, dans aucun cas, mais surtout quand on a affaire à des travailleurs indolents, inintelligents, inexpérimentés...

On verse au puisoir le sirop dans la batterie, et l'on remplit la batterie avec le flambeau, etc.

On évapore; mais on fait du caramel, mais on détruit du sucre, mais on crée de la mélasse...

Il faut, pour cuire le sucre, le bain-marie ou la vapeur surchauffée. Le premier mode est trop long, et par sa lenteur il altère le sucre, quoiqu'il ne produise que $+100^0$ de température.

Supposons le chaudron de tout à l'heure; mettons-le à la place de la batterie, supprimons la propre, que nous remplacerons par le flambeau, et celui-ci par le sirop. Mettons la batterie à la place du sirop... Supposons encore que tout cela, au lieu de consister en chaudières informes, calottes sphériques impossibles dans l'état actuel de l'industrie humaine, supposons que tout cela est remplacé, la batterie, le sirop, le flambeau, par trois chaudières à concentrer de Pecqueur ou de Dubrunfaut (voir ch. VI); supposons que la grande n'est plus qu'une simple chaudière à déféquer à double fond...

Un tube porte une prise de vapeur à chacun, peu à la défécation, plus à l'évaporation et à la cuite. Nous aurons supprimé une chaudière, économisé les trois quarts du sucre perdu; nous ferons de beaux produits, non brûlés, non acides, bien déféqués, se conservant bien, coûtant moins et en plus grande abondance !

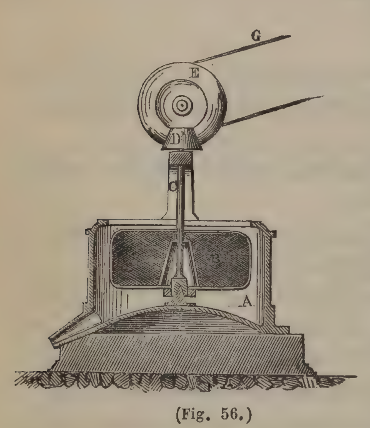
Ce résultat vaut la peine qu'on y réfléchisse, et cela peut s'obtenir partout.

CRISTALLISATION.

Les produits laissés en tonneaux sont égouttés ainsi. Ceux laissés en bac sont mis en formes après vingt-quatre heures, puis égouttés.

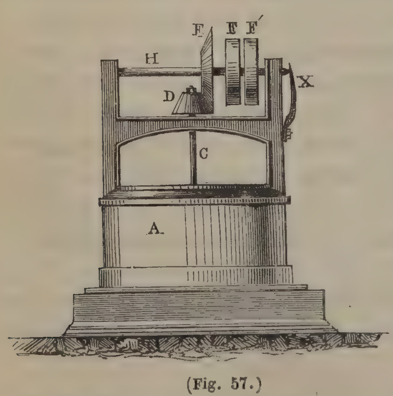
Pourquoi ne pas faire usage de la turbine, qui donnerait aussitôt un sucre sec, purgé, vendable?

Cet appareil est extrêmement simple ; il exige à peine la force d'un mulet pour fonctionner à l'aide du manége. Soit la figure 56. G est une courroie qui transmet le mouvement ; E, une poulie marchant à frottements contre l'axe D. BB est un vase cylindrique tournant, en bronze, dont la paroi est une toile métallique (n° 40 ou 50), A est l'espace creux entre le vase intérieur et son enveloppe extérieure. Un ajutage permet l'écoulement des sirops.



(Fig. 56.)

Si l'on met en B du sucre bien *grené* avec de la mélasse, et que l'on fasse tourner la machine, la force centrifuge chasse la mélasse en A et de là elle s'écoule dans un réservoir. Le sucre est sec au bout de quelques minutes et bon à emmagasiner ; on peut le blanchir mieux qu'avec deux terres, en jetant dans la turbine quelques gouttes d'eau ou de claircc. La figure 57 donne le profil de l'appareil et indique son mode d'embrayage avec les mêmes lettres.



(Fig. 57.)

Rien n'empêcherait d'ailleurs de cristalliser une partie du sucre, le premier produit, en formes, et de faire cris-

talliser les *recuites* en bacs, dont on passerait le produit à la turbine.

On ne *recuit* guère les mélasses exotiques...

Souvent on fait subir au sucre exotique un ou deux terrages ; nous verrons en quoi consiste cette opération dans le livre consacré au raffinage, dont le terrage est une partie intégrante.

Voici donc en résumé comme nous comprendrions les opérations d'une sucrerie exotique avec la vapeur, et qu'à la rigueur on pourrait exécuter à feu nu, quoique avec plus de désavantage :

1° *Suppression absolue des rolls*, qui laissent dans la bagasse 50 à 60 pour 100 du sucre réel de la canne.

2° *Emploi du hache-paille* pour diviser rapidement la canne en cossettes de 0,006 à 0,010 d'épaisseur. Plus de manœuvre coûteuse. Il ne faut plus 60 à 80 bêtes de somme, lorsque 2 ou 4 suffisent au manége ; les autres peuvent rentrer les cannes coupées en temps utile. Plus d'appareils dispendieux difficiles à réparer. Quelques lames de rechange, et voilà tout.

3° *Macération de la canne* dans dix cuviers, l'eau venant à la rencontre des cannes neuves et réciproquement.

La canne en morceaux, chargée dans des paniers fermés et placée dans le cuvier A, passe successivement dans les neuf autres ; elle est épuisée dans le dernier par l'eau chargée de *tan* (5 kilogrammes par hectolitre). Le liquide suit la marche inverse. On obtient ainsi des liqueurs à 12° ou 14° Baumé ; nous en avons fait l'expérience sur la canne des Antilles. La canne divisée par le hache-paille donne bien son sucre à l'eau à la température ordinaire.

4° *Défécation à la chaux* après essai préalable. Chauffage à la vapeur à l'aide des *mottes* de tan et de bagasse employées comme combustible. Dosage exact de la chaux. Défécateur à double fond.

5° *Filtration*, emploi des filtres Taylor ou d'un système analogue.

6° *Concentration*, chaudière Pecqueur ou Dubrunfaut, etc.

7° *Filtration* à 28° Baumé.

8° *Cuite* dans une chaudière semblable à celle à concentrer.

9° *Repos et grenage* en bac, pendant douze à quinze heures.

Mise en formes. Si l'on emploie la turbine, repos et grenage en bac pendant vingt-quatre heures.

10° *Recuite des mélasses premières*, cristallisation en bac, turbinage. Suppression du terrage.

Nous aurons occasion de revenir sur plusieurs des objets dont il vient d'être parlé ; mais nous ne pouvons terminer ce chapitre, relatif à l'extraction du sucre de la canne, sans ajouter quelques détails sur diverses idées qui se sont fait jour depuis un certain temps, et qui ont eu leurs partisans et leurs détracteurs.

Observations générales.

A partir des importants travaux de M. E. Péligot sur la composition de la canne à sucre[1], un grand nombre de personnes, frappées des résultats publiés par cet observateur, tinrent ce raisonnement, inattaquable *en théorie* aussi bien qu'*en fait* :

« La canne renferme 18 centièmes de sucre !...

« Nous en retirons de 4,5 à 6 centièmes !...

« Donc, nous fabriquons mal !... »

Sur ce raisonnement, on a cherché quel pourrait être le mode d'une meilleure fabrication. Cela était de conséquence raisonnable, mais les aberrations de l'esprit humain sont telles, qu'il ne faut, dans aucun cas, y apporter une confiance absolue. Les uns ont cru qu'avec l'*outillage colonial modifié* ils arriveraient au progrès ; les autres ont prêché l'imitation absolue de l'Europe... Erreur de part et d'autre !

M. Hotessier, propriétaire à la Guadeloupe, publie, en 1840, une *Notice* sur les améliorations à introduire dans la fabrication du *sucre exotique*, et certainement il dit d'excellentes choses dans sa brochure...

M. Hotessier commence son opuscule par cette phrase caractéristique :

« Les débats qui ont eu lieu, pendant la session dernière des Chambres législatives, touchant la question des sucres,

[1] Nous donnerons l'extrait des mémoires de M. Péligot dans une note spéciale, à la fin du volume.

ont marqué tout à coup une ère nouvelle *pour la production coloniale*, qui semblait devoir périr sous le poids des faveurs prodiguées à sa redoutable rivale... »

Il convient de remarquer ici que, si M. Hotessier avait été doué de l'impartialité d'esprit nécessaire en pareille question, il n'aurait pas écrit ces quatre lignes, dont le sens moral nous échappe, à moins de traduire ainsi :

« Nous étions habitués à ne pas faire grand'chose et à nous enrichir; voilà des gens qui travaillent, dont le travail fera bientôt concurrence à nos revenus... On les a déjà *un peu* écrasés, achevons de les anéantir!... La loi, que nous avons provoquée, nous vient en aide contre eux... Vive Dieu! Ils vont être réduits à la misère!... Cela est de toute justice, puisqu'ils nous font concurrence! »

Il serait temps que les planteurs arrivassent à un degré de philosophie pratique suffisant pour ne pas se croire les *seuls titulaires* du droit de faire du sucre. Cela serait vrai relativement, pourvu qu'ils le fissent *mieux* et *à meilleur marché* que les autres; mais cela est-il?

On pourrait parodier le mot célèbre d'un roi de France, et demander quel est l'article du testament d'Adam qui leur lègue le sucre... la question ne vaudrait pas la peine d'être résolue. En effet, la seule réponse sérieuse aujourd'hui serait celle-ci : « Personne n'a rien à soi que par le droit du travail, de la perfection et de l'abondance du produit de ce travail... Vous ne faites presque rien, vous produisez relativement mauvais, et, proportion gardée, votre produit est moins abondant! Produisez, travaillez, et la grande voix de l'équité sera pour vous comme pour vos *rivaux*.

« La sieste perpétuelle, le luxe, la fainéantise, l'ignorance, l'orgueil, sont de mauvais conseillers... Ils vous ont empêchés de croire les paroles de ceux d'entre vous qui, doués de plus de volonté et de justesse d'esprit, vous ont montré, depuis des années, l'abîme où vous tendez. Est-ce de notre faute, à nous Européens, s'il nous faudrait payer le sucre trop cher pour enrichir la paresse, lorsque nous pouvons le consommer à un prix de revient équitable, à l'aide de la transformation laborieuse de nos matières premières? Est-ce de notre faute à nous, si nous ne craignons pas le labeur pénible, si nous n'empruntons pas les bras de l'esclavage, parce que nous nous

sentons la force de faire par le *travail libre et payé* plus qu'on ne fait par l'oppression et l'ilotisme ? »

Voilà ce qu'on pourrait répondre en ajoutant, pour compléter, la question suivante :

« La canne à sucre croît dans les pays chauds, la betterave sucrière croît dans les pays tempérés... Ne peut-on les laisser en paix vider leurs différends par le seul chiffre des produits et de leur prix de revient pour le consommateur, sans joindre à la querelle le complément des iniquités légales ? Pourquoi nous empêcherait-on, nous qui avons la betterave, d'en faire du sucre et de le vendre à la consommation ? Cela ne serait-il pas aussi inique que si, la métropole étant à la Guadeloupe, les *Chambres législatives* voulaient anéantir la fabrication du sucre de canne, cette *redoutable rivale* de la fabrication du sucre de betterave ? »

La comparaison offre assez de similitude pour qu'on n'ait rien à ajouter.

L'auteur dont nous parlons prétend que le colon *doit* contribuer à la réalisation d'un avenir vers lequel il a été fait un pas immense. « Le colon, *lui-même*, *doit* y contribuer par l'adoption d'un *système de culture mieux entendu,* et surtout par l'*application de procédés nouveaux de fabrication,* que les sciences physiques et chimiques nous révèlent chaque jour ; par l'*emploi de nouveaux appareils fondés sur des principes plus rationnels* que ceux qui marquèrent la naissance de notre première industrie coloniale, et qui, aujourd'hui encore, sont les armes si inégales avec lesquelles elle tenterait *vainement* de soutenir les *assauts* de son *adversaire.*

« *Le moment est venu de diriger contre lui ses propres armes. Chaque jour ses ressources diminuent.* Il y a dans toute industrie un moment où s'arrêtent les merveilles de la science ; ses efforts demeurent impuissants lorsqu'elle a obtenu tout ce que la nature peut donner. Au delà, elle s'épuise en vaines tentatives, et cette nature, toujours incessante, reprend bientôt ses droits par le retour à l'ordre admirable qu'elle a établi pour chaque point du globe, qu'elle a varié pour chaque climat. C'est elle qui a desparti un *rôle tout agricole à la betterave, à la canne l'industrie essentielle du sucre.* La politique des États peut contrarier un moment cette loi naturelle, mais ne jamais la changer. Lorsque chaque contrée pourra fournir *librement ses produits*

naturels, lorsque le *soleil de la science* éclairera *pour tous*, ces deux végétaux reprendront leur véritable place ; alors *la canne à sucre seule*, par sa richesse, *jouira de toute l'importance qui lui est réservée* pour le bien-être matériel des populations.

« L'industrie indigène, *cette longue injustice de la métropole à l'égard de ses colonies*, ne peut plus invoquer la prescription comme un droit : *le nouvel impôt* est le premier pas vers une *justice complète* qui doit s'effectuer bientôt par une *égale charge établie sur les deux industries*. Maintenant, il est permis de regarder la culture de la betterave comme arrivée à son *apogée* et commençant sa *marche rétrograde*, d'abord par cette *nouvelle retraite que le gouvernement lui a ménagée, peu soucieux de la tuer pour n'avoir point à payer les frais de son enterrement ;* en second lieu, par le *peu de progrès que cette industrie, toute factice, peut attendre encore des applications de la science. Le fisc y trouve son compte :* les grands intérêts de la France l'exigent.

« *La canne à sucre*, au contraire, *sort à peine de l'enfance*. Sa culture n'est-elle pas toujours assujettie aux vieux principes d'habitude qui guidaient le colon alors qu'une terre vierge rendait au delà de ses espérances, qu'un surcroît de bras suppléait à l'imperfection des instruments aratoires ? Ne sont-ce pas encore les mêmes machines qui pressent les cannes, les mêmes appareils qui évaporent leur jus ? *Et cependant on fait du sucre aux colonies depuis près de deux siècles.*

« C'est cet état stationnaire qu'on n'a cessé de reprocher aux colons, toutes les fois qu'ils réclamaient contre l'*injuste protection accordée au sucre indigène*. Ne devaient-ils pas regarder ces reproches comme une *insultante ironie*, lorsqu'on leur enlevait la possibilité de réaliser des améliorations en frappant leurs *beaux produits* d'une surtaxe dont l'*iniquité* n'est point encore *entièrement effacée ?*

« Ces obstacles, joints au *défaut d'ouvriers intelligents*, à la richesse naturelle de la canne à sucre, sur laquelle on s'est trop reposé, pouvaient alors [1] justifier le peu de progrès obtenu dans des voies d'amélioration. Aujourd'hui, quoiqu'ils n'aient pas tous disparu, à beaucoup près, néanmoins un stimulant assez puissant doit naître de cette *demi-justice*, des

[1] Avant la nouvelle loi de cette époque... Voir 2e vol., *Etude de la législation sur les sucres*.

conditions meilleures fournies par la science, et de la redoutable concurrence d'un *produit similaire.* »

Quelques lignes plus loin, M. Hotessier déclare qu'on doit reconnaître « *qu'une loi qui veut d'une industrie et en entrave les progrès, ne peut être qualifiée que de vandalisme...* »

Ceci est à noter.

Le même écrivain s'élève avec juste raison contre l'espèce d'ostracisme imposé à la raffinerie coloniale, et nous aurons plus loin toute occasion de rendre justice à ses opinions sous ce rapport. *Le soleil doit luire* pour la fabrication du sucre prismatique, aussi bien dans les colonies que dans la métropole, et réciproquement; il en est de même, quant au raffinage ou à l'épuration des produits, et ceci s'applique aux autres nations comme à la France, qui n'est pas la seule coupable en cette matière.

Malheureusement, après une ligne de raison, on peut lire dans la *Notice* des pages incompréhensibles... Il en est toujours ainsi lorsqu'il s'agit de passion.

Nous analysons le bon et le mauvais.

M. Hotessier s'oppose à la surtaxe, et veut que l'on prenne pour moyenne de la fabrication coloniale la nuance *au-dessous* de la bonne quatrième; puis il conseille l'emploi de la vapeur et de l'outillage des fabriques européennes, dans un passage assez remarquable pour que nous le reproduisions ici :

« Le peu d'expérience et d'habileté des ouvriers des colonies, la délicatesse des procédés et la complication des appareils nouveaux ont été exagérés, et ont tenu les colons trop en garde contre les idées d'amélioration.

« Je ne prétends pas qu'aux colonies on doive adopter, sauf restriction, tous les progrès qu'a réalisés la betterave en France. S'il y a beaucoup à prendre, il y a aussi beaucoup à laisser; il s'agit donc de bien choisir. Les procédés simples et rationnels le plus en harmonie avec l'intelligence de ceux qui les doivent mettre en usage, les plus applicables aux ressources des localités, sont ceux qui doivent être préférés par les colons, comme auxiliaires à la richesse de leur matière première, dont ils semblent, au contraire, jusqu'ici avoir cherché à contrarier les avantages naturels par l'emploi des appareils les plus vicieux. Le peu de discernement souvent apporté dans le choix de ceux qu'on a fait confectionner, à grands frais, par des in-

génieurs n'ayant aucune connaissance des besoins coloniaux et des ouvriers appelés à les installer et à les faire fonctionner, n'a point été le moindre obstacle qui s'est opposé aux améliorations dans les contrées. On sait combien les expériences qui réussissent éprouvent de difficultés à trouver des imitateurs, tant les vieilles habitudes sont difficiles à déraciner ; mais une tentative vient-elle à échouer, on taxe d'innovateur imprudent celui qui a osé la faire, et l'on se cramponne plus fortement que jamais à ses vieux préjugés. Combien de progrès ajournés, de découvertes étouffées par le non-succès d'une tentative imprudente ou mal dirigée ! Les conditions qui doivent donc réaliser les changements à introduire dans la fabrication coloniale sont d'abord la simplicité et la promptitude, mots qui se résument en celui de *manufacturier*, dont on qualifie toute belle découverte appliquée à l'industrie ; viennent ensuite la convenance des lieux, le but à atteindre. Ce sont ces dernières considérations qui font que la vapeur, employée avec avantage dans les colonies, comme force motrice, n'est point de la même nécessité pour la cuisson des jus, en remplacement du feu nu. Néanmoins, cet agent, dont l'emploi sera peut-être exclusif avant longtemps, dans toute industrie qui a pour but l'évaporation rapide, doit être encore distingué dans ses différents modes d'application, savoir, pour la cuisson à l'air libre, ou dans le vide. Pour les besoins du moment, je pense que le premier système seul est admissible aux colonies avec apparence de succès ; l'autre est dispendieux et chanceux, sinon inutile pour atteindre le but limité qui est assigné aux produits.

« Au seul mot de *vapeur*, beaucoup de gens s'émeuvent et repoussent sans examen l'idée de jamais en faire emploi, ne voyant que les accidents, les explosions, auxquels malheureusement de coupables négligences n'ont donné que trop souvent lieu. Cependant, depuis longtemps l'on se sert, dans nos colonies, de la vapeur, comme force motrice, pour les moulins à sucre, sans qu'aucun événement grave ait pensé à la faire abandonner ; au contraire, le nombre de ces mécaniques augmente chaque jour, et je ne doute pas que ce ne soit à leur propagation, dans les localités où le vent et l'eau n'ont pas une grande puissance, que beaucoup d'habitations devront un accroissement notable de revenus. Qui empêcherait donc qu'on en fît usage comme système de chauffage pour l'évapo-

ration ? Il serait surtout avantageux et économique pour ceux qui sont obligés d'avoir des moulins à vapeur, puisque le même générateur fournit de la vapeur pour les deux usages, et que celle-ci, après avoir agi doublement, vient, par sa condensation, alimenter de nouveau la chaudière avec une grande économie d'eau, de combustible et de main-d'œuvre. Un seul fourneau pour chauffer le générateur suffit, dans ces fabriques ordinaires, pour le service de la machine motrice, aussi bien que pour les défécation et évaporation. Ces deux opérations ont lieu dans des chaudières qu'on place simplement sur des supports et d'après les convenances du local. Les unes, par un double fond, les autres, par des tuyaux en grilles, reçoivent la vapeur, dont on modère, augmente ou arrête l'action instantanée selon les besoins ; on n'a que des robinets à tourner pour l'introduire ou l'intercepter à volonté. Le meilleur système de ces chaudières est, sans contredit, celui que M. Pecqueur a fait paraître à la dernière exposition des produits de l'industrie. Outre les autres avantages, il en résulte une grande économie d'eau. La vapeur, après avoir agi pour la défécation et l'évaporation, est condensée en eau qui retourne dans le générateur, où elle passe encore à l'état de vapeur pour agir de nouveau, et ainsi successivement. On voit que la consommation doit en être presque nulle, et qu'on n'est tenu d'ajouter, à de longs intervalles, que ce qui s'en perd par les fuites. Ces avantages, qui donnent de la supériorité au système de chauffage par la vapeur sur celui à feu nu, consistent dans une meilleure défécation, une plus prompte évaporation, et l'impossibilité de caraméliser le sucre. L'évaporation est tellement rapide, quand on donne de la vapeur à plein tuyau, que le liquide se projette avec force hors de la chaudière, et a bientôt rempli la fabrique d'un nuage épais de vapeur. Avec une seule chaudière de M. Pecqueur, de 6 pieds de long et de 3 de large, j'ai vu évaporer 150 litres d'eau en moins de 15 minutes, quoique la vapeur n'ait jamais dépassé deux atmosphères et demie au-dessus de la pression ordinaire.

« Une installation de ce genre, avec un générateur de la force de quarante chevaux pour l'évaporation d'à peu près 20,000 litres de jus par jour de douze à quinze heures, ne coûterait guère plus de 16,000 francs ; mais il serait plus convenable de prendre deux générateurs de la force de vingt che-

vaux chaque, au lieu d'un seul de force double. Cette division faciliterait le transport, l'installation, et permettrait, en cas de réparation de l'un des deux, que l'autre continuât toujours à fonctionner. La dépense de plus en combustible serait fort peu importante, ce système devant toujours laisser un surcroît de bagasses sur celui à feu nu. »

Tout ce discours aboutit en définitive à conseiller l'emploi de ce même *système à feu nu* tant déprécié, « parce qu'il doit prévaloir longtemps encore à tous autres, dans nos colonies, par le peu de dépenses qu'il nécessite, sa simplicité, plus à la portée des intelligences qui nous secondent, la facilité de son installation et de son entretien, son exemption d'accidents graves entre des mains inhabiles, sa prompte réparation, et, après tout, par la beauté suffisante des produits qu'il peut donner quand il est exécuté d'une manière rationnelle. Je me suis donc proposé, *dans un plan que je donne ci-joint*, de réaliser tous les avantages qu'on peut attendre du système à feu nu, par une nouvelle forme donnée aux appareils, et leur disposition d'après un mode plus en harmonie avec le but des travaux de fabrication.

« J'ai été trop longtemps à même de reconnaître aux colonies tout ce qu'il y a de vicieux dans les procédés et les appareils en usage, et d'apprécier, en France, tout ce qui pouvait sagement y être substitué, pour ne pas m'attendre au succès complet d'*un nouvel équipage que je propose à mes compatriotes, en en faisant le premier l'expérience sur mon habitation.*

« La richesse de la canne et la facilité d'en extraire son sucre, qui ont été jusqu'ici l'un des motifs du peu de tentatives pour mieux faire que nos ancêtres, sont précisément aujourd'hui ce qui commande le plus impérieusement des changements pour placer l'industrie coloniale dans des conditions autres que celles que lui a faites le sucre indigène, et qui ne sont plus soutenables. »

Viennent ensuite, comme de raison, les louanges prodiguées aux travaux de MM. Péligot, Pelletan, Osmin, Hervy, parmi lesquelles nous trouvons cette phrase :

« Si le jus de la canne n'est donc que de l'eau sucrée à peu près pure, d'où vient alors que deux matières premières [1], si différentes de composition, donnent des produits qu'on ne

[1] La canne et la betterave ??

peut distinguer après le raffinage? Il faut le dire, c'est que, *pour les rendre similaires, on a ôté à l'un tout ce qu'il avait de mauvais, et à l'autre tout ce qu'il avait de bon.* En effet, qui ne connaît le goût exécrable du sucre brut de betterave que le raffinage lui enlève, lorsque la même opération ôte au sucre de canne le goût particulier, le goût *sui generis* qui le caractérise et que savent apprécier tous les colons qui font usage de ce sucre grossièrement terré dans nos fabriques, ou même brut quand il est encore frais, qualité qu'il perd entièrement durant son transport en Europe, et à laquelle se substitue un goût détestable que la plupart des Européens lui croient naturel ? »

A la suite vient cette autre idée, relative au sucre incristallisable :

« ... Il n'était néanmoins venu à l'idée de personne que ce sucre incristallisable ne préexistait point dans la canne, et qu'il n'était que le résultat de l'altération du principe sucré. C'est cependant cette vérité que la science vient de nous révéler d'une manière incontestable, et que de nouvelles expériences justifient chaque jour. »

L'auteur s'occupe alors de la *matière globulaire*, du ferment et de la fermentation, des filtres Dumont et Taylor, après quoi il expose les dépenses et les avantages de son nouveau *système d'équipage !*

C'est là que, suivant M. Hotessier, ou selon les intérêts du nouvel équipage, se trouverait le salut de la sucrerie exotique ???

Nous serions d'accord avec M. Hotessier, à diverses conditions :

1° Nous ne voudrions pas voir percer à chaque mot la haine de la betterave et le désir d'anéantir l'industrie indigène... C'était déjà trop pour l'industrie continentale que d'avoir subi la Restauration; le gouvernement de Juillet était excité à l'anéantir ! D'autres administrations ont fait aussi mal, M. Hotessier aurait dû attendre...

2° Nous ne croyons pas que la nature ait mis du sucre dans des centaines de végétaux pour qu'on ne l'extraie que de la canne.

3° Nous ne pensons pas que l'arome d'une plante puisse être confondu avec son sucre, surtout lorsque le raffinage permet d'isoler le sucre complétement identique à lui-même, quelle que soit sa provenance.

4° Enfin, nous aurions voulu que la *Notice*, pour être accep-

table, ne fût pas une réclame mal déguisée dans l'intérêt d'un outillage personnel.

Depuis le travail de M. Hotessier, rien de plus sérieux ne s'est produit sur la canne et son exploitation. Il y a eu bien des haines suscitées, bien des rancunes excitées, bien des intérêts mis en jeu; mais rien de pratique ne s'est fait jour à travers les querelles commerciales ou parlementaires dont la sucrerie a été l'objet depuis 1815.

La situation de la fabrication exotique ne s'est maintenue qu'à force d'articles de loi pour elle et contre la fabrication indigène, et c'est bien l'industrie du sucre de betterave qui pourrait s'appliquer justement les paroles de M. Hotessier :

« Une loi qui veut d'une industrie et qui en entrave les progrès doit être qualifiée de *vandalisme!* »

Nous ne pouvons entrer ici dans aucun détail sur les appareils spéciaux que l'on a proposés pour l'extraction du sucre de canne; en effet, à part le conseil d'utiliser les moyens de la fabrication indigène, on ne rencontre guère que de nouvelles dispositions de l'équipage ou des laminoirs dans les diverses modifications des inventeurs. Ce n'est pas là du progrès, et la fabrication exotique du sucre de canne ne peut songer à persister dans cette voie sans s'exposer à de graves dangers contre lesquels les récriminations ne peuvent rien, sinon constater la faiblesse et l'impuissance de l'inertie.

Aujourd'hui, quelques colonies cherchent à améliorer leur situation par l'adoption d'une mesure excellente en principe, mais fort mal appliquée, selon nous, et nous finissons ce chapitre par le rapide exposé de ce qui se fait et de ce que l'on devrait faire à propos de ce qu'on a appelé les *usines centrales*.

Les usines centrales sont des établissements plus ou moins bien organisés; qui achètent aux planteurs les produits de leur culture en cannes, afin de les traiter pour sucre à leurs risques et périls...

La canne est payée au producteur à raison de 5 pour 100 de son poids, et en sucre, non en argent... Les usines se réservent les mélasses et résidus le plus souvent.

Le producteur, cessant d'être manufacturier, n'a plus à supporter les ennuis de la fabrication, les lourdes charges d'une usine, etc.; il reste agriculteur et commerçant; il produit de la canne et vend du sucre.

Le propriétaire d'une usine centrale achète la canne aux planteurs, et la leur paye en sucre. Il a pour bénéfice la quantité de produit qu'il obtient au-dessus de 5 pour 100, la valeur des mélasses et autres résidus, défalcation faite des frais de fabrication, etc.

Dans une telle situation, le planteur trouve de l'avantage, il est vrai, en ce sens que, sans avoir à se préoccuper de la fabrication, il peut améliorer sa culture, y consacrer toutes ses forces et toutes ses ressources, et retirer autant de produit au moins qu'il en obtenait en fabriquant lui-même ; mais il ne participe pas à la plus-value en proportion suffisante, à moins qu'il ne soit intéressé dans l'usine, et celle-ci réalise des bénéfices énormes [1].

Pour nous, qui voyons tout cela en dehors des passions, sinon celle de la justice, nous disons :

« Le planteur des colonies doit la plupart des inconvénients de sa position à ses propres fautes, à son apathie, à son ignorance, à son impéritie...

« Nous n'avons pas le droit de lui céler la vérité, même contre lui-même.

« Mais du jour où il reconnaît ses erreurs (*et quand même*), quel est le principe de droit strict qui autorise à l'exploiter, à lui *prendre* ce qui lui appartient, par un indigne abus de confiance ?

« Les usines centrales sont une spéculation..., soit... La spéculation malhonnête est-elle permise de nos jours? Nous ne le pensons pas.

« L'élément mauvais de cette *affaire* est celui-ci : profiter de la fausse position des colonies pour y créer des fortunes au détriment des colons !

« Les créateurs de ces *affaires* ont dit :

« Nous allons leur offrir de leurs cannes le produit qu'ils en « tireraient eux-mêmes; ils bénéficieront des frais de fabrica- « tion... Nous les prendrons aisément à ce leurre ! Nous, nous « gagnerons au moins autant qu'eux en sucre, par nos pro- « cédés européens et nos moyens d'action, nous garderons la « plus-value des résidus, et, par-dessus le marché, nous n'au- « rons pas la peine de cultiver !

[1] Voir aux *Notes complémentaires*, l'étude des *Usines centrales* et des meilleures mesures à prendre pour en empêcher les *abus*.

« Ils ne fabriqueront pas !

« Nous ne cultiverons pas !

« Ils gagneront *cinq*...

« Nous encaisserons *quinze* ou *vingt !*... »

« Voilà ce qu'on a dit, ou du moins ce que les faits accusent.

« Planteurs, ce n'est pas de la betterave libre qu'il faut vous méfier, mais bien des faiseurs, de l'exploitation et des *usines centrales*, telles que vous les avez. »

Un tel raisonnement demande à être appuyé de preuves ; les voici dans quelques lignes :

« Réunissez-vous à un certain nombre de planteurs, et créez une usine *pour vous*... Portez à cette usine vos cannes et restez producteurs... Donnez à cette usine, ou plutôt au chef de votre usine, à votre employé, une part dans les produits suffisante pour le rémunérer largement, et partagez le produit définitif entre vous : sucre, mélasse, rhum, résidus, *au prorata* de votre apport en cannes.

« Cette combinaison, la plus simple, la plus *juste*, la plus rationnelle, vous enrichira, doublera vos résultats, et ne fera plus la fortune de MM. X***, Y***, Z***, à vos dépens... »

On ne peut, certes, pas nous faire le reproche de partialité en faveur des planteurs. Nous ne leur pardonnons pas aisément de n'être pas ce qu'ils devraient être, et de lutter par l'intrigue et la petitesse au lieu de combattre loyalement au champ clos du travail ; mais nous n'estimons pas honnête le procédé de quelques Européens millionnaires qui spéculent aussi bien sur les misères et les ignorances d'outre-mer que sur celles du vieux continent. Les planteurs doivent secouer cette chaîne, s'ils ne veulent arriver à l'ilotisme de notre culture française, qui se débat depuis quarante ans dans les serres de l'industrialisme.

Elle cherche à en sortir par la création de l'industrie agricole ; que les colons en fassent autant. Le seul moyen sérieux qu'ils en aient en leur pouvoir consiste à *créer* comme agriculteurs isolés, et à se réunir en tant que fabricants pour *transformer* par l'association ; mais, avant tout, ils doivent craindre, comme la fièvre jaune, l'intrusion de tous les spéculateurs, de quelque origine et de quelque provenance qu'ils puissent être.

CHAPITRE IV.

EXTRACTION DU SUCRE DE SORGHO. VALEUR DE CETTE BRANCHE DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE. SUCRE DE MAÏS.

Nous avons indiqué précédemment ce qu'il importe le plus de connaître au sujet du sorgho, dont nous avons donné la description et l'histoire sommaire. Nous avons maintenant à envisager cette plante intéressante au point de vue industriel de la fabrication, et nous devons essayer d'en étudier la valeur.

Le manque d'éléments manufacturiers ne nous permet que des appréciations réservées ; nous les livrons cependant à l'impression, dans l'espoir que l'opinion publique se portera à quelques efforts pour encourager la propagation du sorgho sucré et lui faire prendre un rang honorable parmi nos cultures industrielles.

Si nous nous reportons à l'analyse du sorgho, nous trouverons qu'il renferme 70 pour 100 d'eau et 16 pour 100 de matière sucrée, dont le tiers environ serait incristallisable, d'après M. Clerget.

L'hectare pouvant donner moyennement, sous le climat du midi de la France et en Algérie, 75,000 kilogrammes de cannes exploitables, cette quantité répond à 7,500 kilogrammes de sucre cristallisable et à 3,750 kilogrammes de sirop, *en théorie*, bien entendu. Mais en admettant même que l'on ne retirerait du sorgho sucré que la moitié de son sucre, on obtiendrait encore 3,750 kilogrammes de sucre cristallisé par hectare, rendement qui serait fort supérieur à celui que donne actuellement la betterave. Ce serait donc une industrie profitable, et nous en étudierons dans un instant la valeur.

Mais il ne faut pas croire que la première idée de l'application du sorgho à l'industrie sucrière soit chose nouvelle : les meilleures inventions, les découvertes les plus profitables sont

souvent dans le cas de n'être que la reproduction d'idées anciennes, dont on a abandonné la poursuite à leur origine, et que des travaux plus persévérants, des circonstances favorables portent ensuite, après des années, au pavois de l'opinion. En voici la preuve au sujet du sorgho.

« En mai 1811, M. de Gérando a entretenu le Conseil de la Société d'encouragement des expériences faites par M. Arduino, professeur de chimie à Padoue, pour extraire la matière sucrante des tiges du *holcus sorgho* de Linnée, ou millet d'Inde, plante élevée, à feuilles de roseau, dont la houppe renferme une grande quantité de graines, et qu'on cultive dans le nord de l'Italie. Il dit avoir suivi ces expériences, qui d'abord ont eu peu de succès, parce qu'au lieu de couper les tiges *avant leur maturité*, on les avait coupées *après*, ce qui avait donné du sucre d'une saveur désagréable ; mais il assure que M. Arduino est parvenu cette année à retirer de ce même végétal un sucre concret.

« Plusieurs membres ont observé, à cette occasion, que la plante dont il s'agit est très-commune en Afrique, dans l'Orient et dans les contrées méridionales de l'Europe ; on la connaît en Egypte sous le nom de *dourra*, et l'on en fait un grand usage. Quoiqu'elle soit plus abondante que le maïs et que ses tiges soient aussi sucrées, on ne pourrait cependant la cultiver avec avantage chez nous, parce qu'*elle exige un climat très-chaud ; elle épuise d'ailleurs la terre*. Il serait intéressant de faire des expériences comparatives sur les quantités de sucre que fournissent *les tiges de maïs et celles du holcus*. »

Selon toutes les probabilités, afin de ne pas nous exposer à un reproche d'affirmation prématurée, *cette plante*, dont parle M. de Gérando, *serait* la même que la canne à sucre chinoise, et les expériences de M. Arduino auraient de beaucoup précédé celles auxquelles on se livre depuis plusieurs années...

M. de Montigny est trop au-dessus des stériles discussions, et nous lui devons assez de reconnaissance pour ses recherches infatigables pour que nous puissions relever le fait cité précédemment, sans crainte d'éveiller la moindre susceptibilité. N'est-il pas remarquable, en effet, qu'après de nombreuses années d'oubli, le *holcus*, traité pour sucre par le professeur de Padoue, soit mis de nouveau à l'étude, de notre temps, par les soins et l'influence de notre représentant dans le Céleste

Empire? L'œuvre de M. de Montigny subsiste tout entière : il n'a pas cherché à *inventer*, bien différent en cela de beaucoup d'autres ; il a voulu *introduire, acclimater,* se rendre utile, et il a pleinement réussi.

Cela dit pour rendre hommage à la vérité, comment se fait-il que M. de Gérando rapporte, en 1811, les mêmes objections que présentent aujourd'hui les adversaires du sorgho ?

« La plante, au lieu d'être coupée *avant la maturité*, l'avait été *après*, *ce qui avait donné du sucre* d'une saveur désagréable ; mais postérieurement, M. Arduino est parvenu à retirer de ce même végétal un sucre concret...

« On ne pourrait cultiver cette plante avec avantage chez nous, parce qu'*elle exige un climat très-chaud; elle épuise d'ailleurs la terre...* »

Nous allons examiner ces assertions.

1° Contrairement à ce que certaines personnes prévenues affirment maintenant, il est avéré que le *holcus sorgho* peut fournir du *sucre concret,* ce qui a été démontré dès 1811 par les expériences du professeur padouan.

2° La raison pour laquelle le sorgho avait donné d'abord un sucre d'une saveur désagréable était, disait-on, parce qu'il avait été coupé *après* sa maturité, au lieu d'être exploité *avant* cette époque...

Cette opinion, encore problématique aujourd'hui pour certaines plantes et certains produits, ne l'est plus à l'égard du sorgho. On sait, en effet, que la quantité de sucre cristallisable augmente avec les progrès de la maturité de ce végétal ; ce n'est donc pas à l'époque de la récolte après maturité qu'il faut attribuer l'insuccès primitif de M. Arduino, mais très-probablement à l'imperfection de ses premiers procédés.

Dans l'hypothèse où le sorgho de M. Arduino ne serait pas le même que le nôtre, ce qui serait possible, après tout, la raison alléguée serait encore mauvaise et due à une observation incomplète. On sait que *les plantes dont le suc propre est essentiellement sucré* n'en perdent pas, par la maturation des graines, une proportion égale à celle qu'elles accumulent par la continuation de la végétation ; elles gagnent plutôt qu'elles ne perdent à cette époque, et le sucre s'y concentre. C'est le cas de la canne à sucre et du sorgho actuellement cultivé. Au contraire, certaines plantes surabondantes en principe sucré,

mais dont la nature est différente, peuvent perdre la totalité ou une partie de leur sucre par la maturation des graines; mais on ne peut pas dire, de celles qui en conservent, que leur sucre est doué d'une saveur désagréable : il est moins abondant tout au plus, et voilà tout.

La saveur désagréable dont parle M. de Gérando ne pouvait provenir que d'une mauvaise défécation ou de l'absence de toute défécation.

3° On répète aujourd'hui ce qu'on disait alors, que *le sorgho exige un climat trop chaud* pour être cultivable chez nous, et qu'*il épuise la terre*... Nous répondrons tout à l'heure à la première de ces allégations, et nous avons dit un mot de la seconde dans notre premier livre. (Voir ch. IV.)

Les esprits impartiaux ne se contenteront pas de telles affirmations dénuées de preuves; les hommes de pratique sèmeront du sorgho, le traiteront pour sucre et l'essayeront... Ils jugeront alors en connaissance de cause. Disons brièvement que la condition absolue, pour réussir dans les pays situés au nord de la Loire, est de faire exactement le contraire de ce que l'on a fait jusqu'à présent.

« Il faut semer le sorgho dans les premiers jours d'avril, sur un *sol dépourvu d'engrais animaux*, d'une richesse suffisante en humus et *débris végétaux*, *ne pas l'arroser trop*, mais assez seulement pour qu'il ne souffre pas, le biner souvent et le tenir très-propre et bien aéré, ne pas rechercher les produits volumineux qui sont trop aqueux et ne se produisent que par les engrais, enfin, il ne faut pas se presser de recueillir la plante avant les premières fortes gelées. »

Nous reviendrons sur cet objet à la fin de ce paragraphe.

On a retiré du vesou de sorgho, sans défécation, de la moscouade plus blanche que le sucre brut ordinaire[1].

Nous empruntons les faits suivants au livre intéressant du docteur A. Sicard.

Cet observateur zélé pense que le sucre *cristallisable* est extrêmement abondant dans les tissus du sorgho, et il assure avoir vu une canne de sorgho, « dont le fût avait été abattu par un instrument bien tranchant, laisser suinter par la plaie du sucre complétement blanc, qui s'est cristallisé sur la canne

[1] A. Sicard, *Monographie de la canne à sucre de la Chine*, etc. 1858.

même et a formé une larme d'une blancheur remarquable. »

Ce phénomène est, assurément, digne d'observation, et il milite contre l'opinion de certains savants qui parlent du sorgho sans le connaître suffisamment, ce qui arrive malheureusement tous les jours pour beaucoup d'autres choses. Mais laissons parler M. A. Sicard, au sujet d'une plante qu'*il a cultivée et étudiée ;* ses remarques seront plus utiles au lecteur que d'inutiles dissertations.

« Nous avons extrait, en 1854, de 179 litres de jus..., 30 kilogrammes de sucre qui nous a servi aux usages domestiques. Il contenait encore la mélasse ; mais une grande partie de la masse était cristallisée ; nous sommes même parvenu à en obtenir des échantillons parfaitement desséchés, en soumettant seulement le sucre cristallisé à une forte pression, afin d'en extraire une grande proportion de liquide et l'amener à l'état pulvérulent.

« Le sucre ainsi obtenu est d'une couleur *plus blanche* que celui extrait directement de la canne à sucre des colonies. Il ressemble au sucre dit *terré*. Toutes les personnes qui ont vu ce sucre ont été persuadées de la vérité de nos assertions. Nous avons été on ne peut plus étonné quand, en 1855, nous avons entendu dire, par plusieurs membres distingués de l'Académie des sciences, qu'ils ne pouvaient croire à la cristallisation du sucre obtenu de la canne à sucre de la Chine. Il nous a été facile de les persuader *de visu*. Il nous semble que, depuis 1855, nous avons démontré le fait, puisque, à la fin de cette année, nous avons présenté, à la Société d'horticulture de Marseille, du sucre parfaitement cristallisé, et qu'un échantillon de ce produit figurait à l'Exposition de la Société départementale d'agriculture des Bouches-du-Rhône en août 1856.

« En 1854, nous avions obtenu du sucre qui faisait partie des produits qui ont été admis à l'Exposition universelle... »

Le procédé de M. Sicard est d'une simplicité extrême : il consiste à filtrer le jus au tamis de crin, puis au tamis de soie ; à le faire bouillir jusqu'à concentration sirupeuse, en ayant un soin extrême d'enlever les écumes au fur et à mesure de leur formation. Le sirop, mis dans des vases en terre, a cristallisé en deux mois environ.

M. le comte de Beauregard neutralise les acides naturels par la chaux, filtre le jus au sable, puis le fait bouillir, en

ajoutant par hectolitre le produit de la macération d'un kilogramme de *tan* de chêne vert. Le jus, chauffé à $+80^{0}$ ou $+90^{0}$, est écumé, filtré à la chausse, remis sur le feu avec du charbon de bois poreux, et concentré pendant une heure d'ébullition. Une dernière filtration est suivie de la concentration à consistance sirupeuse et de la mise en cristallisation.

Lorsque des procédés aussi élémentaires fournissent du sucre cristallisé *au type du sucre terré,* on a le droit de conclure en faveur des avantages que procurerait un traitement vraiment industriel du sorgho sucré.

Nous allons indiquer les moyens qui nous paraissent le plus convenables pour obtenir de bons résultats manufacturiers.

EXTRACTION DU VESOU DE SORGHO.

Les cannes de sorgho, dépouillées de leurs feuilles et de la flèche ou panicule, doivent être soumises à une opération ayant pour but l'extraction du jus sucré.

Comment procéder à cette opération, et quel est le moyen le plus rationnel d'y parvenir, de manière à laisser le moins possible de matière sucrée dans la bagasse ?

Cette question assez complexe exige que nous renvoyions le lecteur à l'exposé des principes que nous avons tracés précédemment (liv. II, ch. I) à l'article spécial concernant l'extraction des jus sucrés, et, de plus, à ce que nous avons dit dans le chapitre précédent au sujet de la canne à sucre. Les observations générales qui se trouvent consignées dans la discussion que nous avons cherché à établir serviront à éclairer ce point de pratique, et permettront de fixer la manipulation du sorgho d'une manière profitable.

On a proposé pour cette plante :

1° La rasion ou rapation, et ensuite la pression ;

2° Le laminage ou la pression simple entre des cylindres ou rolls ;

3° La division par le hache-paille, suivie de la pression ou plutôt de la pulpation sous une meule verticale, et ensuite d'une pression énergique ;

4° La macération des tronçons de cannes, ou la méthode de déplacement.

Examinons brièvement ces divers moyens d'opérer.

A. *Rasion.* — Malgré les difficultés qui s'attachent à l'emploi de la râpe, lorsqu'on la fait agir sur des tiges très-consistantes, il faut avouer que plus la division d'une matière végétale est complète, plus l'extraction des sucs renfermés dans les cellules est facile, soit par un moyen, soit par un autre. Cependant, il est douteux que l'on arrive avant un certain temps à créer un appareil doué des qualités requises pour bien diviser la canne de sorgho, et nous ne parlons de la rapation que pour mémoire en quelque façon.

En admettant que cette opération devienne manufacturière, nous faisons toutes nos réserves quant à la pression qui doit la suivre. La pression, comme nous l'avons déjà fait observer, ne produit et ne peut produire que de mauvaise besogne. On devrait donc recourir à la méthode de déplacement pour agir fructueusement et économiquement sur la pulpe ainsi obtenue; mais on devrait également faire un choix judicieux entre les divers procédés de déplacement. Nous avons indiqué les règles qui doivent guider le fabricant à cet égard.

B. *Laminage.* — Ce mode est défectueux pour la canne... Pourquoi veut-on qu'il soit utile pour le sorgho, plus dur, plus fibreux, contenant moins de jus, et par conséquent moins laminable?

Outre l'énorme quantité de produit sucré restant dans la bagasse, qu'on ne pourrait plus utiliser que par la fermentation alcoolique, les cylindres lamineurs présentent de notables inconvénients. Ils coûtent fort cher et font peu de travail, malgré la force qu'ils exigent. M. le comte de Beauregard estime qu'on obtient ainsi *un hectolitre de vesou par heure et par force de cheval*... On nous permettra de trouver que ce faible résultat ne compense pas les inconvénients de ce système.

C. *Division par le hache-paille,* etc. — Ce mode peut présenter des avantages de pratique dans la petite exploitation chez les propriétaires de meules à huile, etc., mais nous ne le croyons pas sérieusement applicable en industrie. En effet, s'il est vrai que la division par le hache-paille soit extrêmement pratique et qu'elle offre seule des chances sérieuses, la pulpation qui la suit et la pression en sacs ou autrement constituent une main-d'œuvre fort longue, sans enlever aucun inconvénient du système de la pression.

Que le petit cultivateur traite ainsi le sorgho à l'aide de son hache-paille, de sa meule à huile, de sa presse à cidre, cela se conçoit, et il tire ainsi un bon parti, le meilleur possible pour lui peut-être, de sa matière saccharifère. Encore, si l'alcool est son but industriel, pourrait-il, à la rigueur, se passer de la pression et faire tout simplement fermenter le sorgho divisé et écrasé.

Mais ce mode est illusoire pour le sucrier, auquel il faut des résultats beaucoup plus nets, moins longs et moins coûteux.

On a même retiré, *en alcoolisation*, des avantages réels d'un procédé qui consiste à soumettre les tronçons de cannes à l'action de l'eau bouillante, et à les soumettre à la presse après cette sorte de cuisson : soit, mais cette manière de faire ne peut être d'aucune utilité au fabricant de sucre, tant en raison du surcroît de main-d'œuvre qu'elle exige que de la détérioration qu'elle fait subir au sucre cristallisable.

D. *Déplacement.* — Les distillateurs de sorgho font macérer avec de l'eau des tronçons de cannes ; lorsque cette eau s'est emparée de la matière sucrée, on la décante ou on la soutire, et on la fait passer sur de la *matière neuve,* jusqu'à ce qu'elle soit assez chargée de sucre et offre une densité suffisante.

C'est là de la macération, du déplacement, et c'est la seule marche rationnelle à suivre ; mais, pratiquée ainsi, elle demande un temps trop long pour la sucrerie. Voici donc ce que l'on pourrait faire.

Dans un appareil analogue à celui de M. Moreau-Darluc, on dispose des tronçons de canne divisés par le hache-paille, et d'un demi-centimètre à un centimètre au plus de longueur. Une pression modérée serait exercée au sommet de la masse par un disque percé de trous. On devrait ensuite verser de l'eau froide ou tiède sur la matière, et forcer cette eau à traverser la masse par la pression d'un courant d'air.

Cette eau, déjà sucrée, serait destinée à traiter de la *matière neuve* jusqu'à ce qu'elle aurait acquis une densité de 8° à 10° Baumé, et alors on la soumettrait à la défécation. Les marcs seraient *épuisés* par de nouvelle eau, qui servirait à son tour à traiter de la canne neuve.

Ce moyen d'opérer, très-rapide, conviendrait à la sucrerie, et il offrirait l'avantage de donner des vesous ne renfermant que fort peu de substances étrangères au sucre.

Cependant nous y trouvons encore des inconvénients notables, et des quelques expériences que nous avons faites à ce sujet il nous semble résulter que ce mode n'épuiserait pas suffisamment la canne de sorgho de tout le sucre qu'elle contient. Nous conseillons donc une autre manière d'opérer, d'autant plus rapide que l'on pourrait agir sur de plus grandes masses, sans l'intervention d'un courant d'air.

Une première pièce renfermerait d'un côté les hache-pailles diviseurs, qui recevraient le mouvement par des courroies de transmission ou de toute autre manière, selon les cas et la disposition de l'usine. Ces appareils seraient servis par des femmes, auxquelles des enfants pourraient apporter les cannes de sorgho par petites brassées. Ces cannes seraient divisées en tronçons d'un demi-centimètre à un centimètre, et les tronçons seraient amoncelés à portée d'un autre appareil dont nous allons parler.

On comprend que, pour pénétrer dans les cellules non divisées de ces tronçons, quelque puissante que l'on suppose l'action endosmotique, l'eau aura besoin d'un temps assez long, qu'elle ne se substituera à toute la matière sucrée qu'après plusieurs heures, en sorte que le travail rapide d'une sucrerie ne pourrait s'accommoder de cette marche trop lente, qui ne fournirait pas assez de jus pour une série régulière d'opérations.

Il faut que la macération, que le déplacement, puissent se faire dans des conditions telles qu'un simple passage du liquide à travers la matière suffise, pour ainsi dire, à enlever le sucre sans qu'on soit jamais forcé de lui faire subir un long séjour dans aucune partie de l'appareil.

Pour atteindre ce but, on doit absolument soumettre les tronçons de sorgho à une sorte d'écrasement... Il ne nous semble pas impossible d'établir, de l'autre côté de la pièce où se trouveraient les appareils diviseurs, une machine apte à donner promptement ce résultat. Ce n'est pas une pression qu'il s'agit de faire, mais bien un écrasement, une sorte de pilage, afin que l'eau pénètre plus aisément dans les cellules et en chasse plus promptement le sucre en s'y substituant.

Une meule horizontale fixe, en granit ou toute autre pierre dure, sur laquelle tournerait un cylindre de fonte, d'un poids assez considérable pour écraser les tronçons, remplirait assez

bien le but. On y jetterait uniformément les morceaux qui seraient écrasés par le cylindre, et l'espèce de pulpe qui en résulterait serait enlevée par une *lame ramasseuse* fixée à l'arbre vertical, et suffisamment inclinée sur l'axe pour chasser le produit vers un plan incliné communiquant à la salle de macération.

On pourrait encore substituer à ce mode l'action de cylindres lamineurs, de piles analogues à celles des papeteries, etc. Dès là qu'on ne demanderait plus à ces appareils un résultat impossible, celui de l'expression du jus, toute machine écrasante serait d'autant meilleure que ses effets seraient plus prompts tout en exigeant moins de force.

Avec ce système de préparation, la pulpe peut être soumise avantageusement à toute méthode rationnelle de déplacement, pourvu que l'on ne perde pas de vue le principe qui doit servir de guide à cette opération. La matière neuve doit être mise en contact avec la liqueur la plus enrichie, et la matière en épuisement avec de la solution de plus en plus faible, jusqu'au dernier lavage, qui se fait à l'eau simple. En d'autres termes, la matière neuve doit marcher à la rencontre de l'eau, et celle-ci à la rencontre de la matière neuve. La méthode de virement de Mathieu de Dombasle, la lévigation, etc., pourraient être mises en usage, selon les cas et les ressources locales. On pourrait ainsi enrichir les moûts jusqu'à un degré élevé, et économiser par là même une partie des frais de concentration.

Défécation. — Le moût de sorgho à 8° Baumé présente une densité de 1,058,8, et devrait contenir 143gr,76 de sucre par litre ou 14,376 pour 100; mais la quantité de sels et de matières solubles qui s'y trouvent fait que cette appréciation est exagérée. La présence de ces substances salines et albumineuses nécessite une bonne défécation. On la fera par les procédés que l'on suit habituellement, avec l'attention d'employer une proportion de chaux plus considérable, que l'on ne peut fixer sans un essai préalable.

Nous avons vu du moût de sorgho qui n'exigeait que 5 grammes de chaux hydratée par litre, tandis que d'autres échantillons en demandaient le double. Il conviendrait donc d'expérimenter sur un litre de matière, en ajoutant peu à peu de la chaux jusqu'à cessation d'action... Il faut s'arrêter au point précis où une nouvelle addition d'une goutte de lait de

chaux ne produit plus de dépôt floconneux dans la partie claire de la liqueur qui se trouve à la surface.

On doit adopter pour moyenne dans la fabrication un excédant d'un demi-gramme de chaux par litre sur la quantité indiquée par l'essai, afin d'être sûr de bien précipiter les matières étrangères.

La chaux est introduite à $+ 80$ ou $+ 85^0$, puis on fait monter les écumes à la façon ordinaire, et l'on envoie à la filtration le jus limpide et presque incolore qui provient de l'opération. La chlorophylle verte et la plupart des matières organiques azotées, ainsi que plusieurs sels, se retrouvent dans ces écumes ; on les presse et elles constituent un excellent engrais. Le suc qui en découle est envoyé à la filtration. On se débarrasse de l'excès de chaux des jus soit par l'action du noir, soit par l'acide carbonique, soit enfin par tout autre moyen connu.

Concentration et cuite. — Ces deux opérations doivent se pratiquer à la manière ordinaire ; mais lorsque la concentration est arrivée à une densité convenable (29^0 ou 30^0 Baumé), il ne faut pas négliger de filtrer soigneusement le sirop avant de le soumettre à la cuite, afin de le débarrasser des sels de chaux qui s'y trouvent. Il est à remarquer que les sirops de sorgho se colorent beaucoup moins à la concentration que ceux de betterave.

Cristallisation. — Nous ne pouvons dire encore aujourd'hui si la cristallisation peut se faire dans les bâtardes ; en tout cas, il n'y aurait pas le moindre inconvénient à l'opérer dans les *bacs*, comme on fait pour les seconds produits de la betterave ; la turbine donnerait ensuite *le grain* aussi facilement qu'elle opère la séparation des cristaux de sucre de betterave.

Les sirops d'égout peuvent être soumis à une nouvelle cuite qui en sépare encore des cristaux.

En résumé, sauf l'extraction du jus et la défécation, qui exigent quelques soins de plus que pour certaines autres matières saccharines, on peut regarder la fabrication du sucre de sorgho comme parfaitement identique à celle du sucre de cannes, en supposant celle-ci dirigée par les principes scientifiques dont on ne tient pas assez de compte dans la fabrication exotique.

C'est d'ailleurs à l'expérience pratique qu'il appartient de

trancher la question et de régulariser les procédés à suivre pour le traitement le plus avantageux de cette plante.

VALEUR DE CETTE BRANCHE DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE.

On a tant dit de choses pour et contre le sorgho, que, dans l'examen des diverses opinions émises, on reste indécis entre le rejet presque absolu ou le parti diamétralement opposé. Ces divergences, après avoir débuté au sujet de la question d'acclimatation de la plante, ont changé d'objet, lorsque la végétation luxuriante du sorgho est venue démontrer clairement que cette magnifique plante *pouvait vivre et prospérer* en France. Les *discuteurs* ont alors mis en doute sa valeur nutritive pour le bétail, ses qualités épuisantes pour le sol, etc.

Nous avons déjà parlé de cela dans notre premier livre, et nous ne reviendrons pas sur ces débats : leur seule valeur est de démontrer que l'homme n'est pas né pour l'oisiveté, puisque, lorsqu'il n'a pas d'occupations sérieuses, il s'en crée de futiles et d'illusoires. Il y a cependant au milieu de toutes ces querelles interminables un point qui nous intéresse :

Le sorgho peut-il devenir une plante à sucre, exploitable économiquement et industriellement en France ?

A cette question, les uns répondent par une négation péremptoire, les autres par une affirmation absolue... Où est la vérité, ou tout au moins la probabilité, dans ces deux extrêmes ?

Nous ne pouvons répondre par des faits industriels, puisque jusqu'à présent il ne s'est établi aucune sucrerie pour le sorgho, mais cependant nous pouvons établir en principe que l'extraction manufacturière du sucre de sorgho serait non-seulement possible, mais profitable, dans toute l'Algérie, et, en France, *au moins* jusqu'à la ligne de la Loire.

En 1855, nous avons traité des cannes de sorgho provenant des cultures d'un horticulteur de Paris. Ces cannes avaient crû dans un *terrain riche et bien fumé.* Le saccharimètre indiquait une teneur de 9 pour 100 en *sucre cristallisable* dans le jus. Il nous a été à peu près impossible de l'extraire dans les conditions ordinaires où nous nous plaçons pour ces sortes d'expériences. L'alcoolisation du jus a donné de bons résultats.

Avec un peu de parti pris et quelques idées préconçues, nous

aurions pu conclure à l'impossibilité de traiter le sorgho pour sucre ; mais nous aurions tiré une conséquence fausse d'un principe mal posé.

Les plantes à sucre redoutent la fumure nouvelle, abondante ; les engrais azotés sont nuisibles au sucre cristallisable, le rendent difficile à extraire, et en diminuent la proportion. Les plantes que nous avions traitées se trouvant dans ces conditions, nous avons songé à faire d'autres expérimentations sur du sorgho cultivé d'une manière toute différente.

Nous avons semé nous-même, en 1859, quelques graines de sorgho dans un coin de notre jardin... Le terrain, sec et formé de décombres rapportés, n'a pas reçu d'engrais depuis des années. Le semis a parfaitement levé, bien qu'un peu en retard ; l'enfance des jeunes plantes a été très-pénible : jusqu'à l'époque du tallage, nous avons cru qu'elles ne parviendraient pas à *prendre le dessus*. A ce moment, elles ont poussé avec une assez grande vigueur, pour nous donner en octobre des tiges de deux mètres, non compris les panicules, dont *la plupart des graines étaient mûres*. Ces tiges, de plus d'un centimètre de diamètre en bas, diminuaient graduellement de grosseur jusqu'au sommet. Lorsqu'on en portait à la bouche un morceau, on éprouvait une saveur sucrée bien franche, comparable à celle que donne la canne à sucre, mais dépourvue de l'arome spécial de celle-ci.

Une partie fut coupée en morceaux, pilée et épuisée par la macération. Le jus, d'une très-faible densité, à cause du peu de matière employée relativement à la quantité d'eau, fut concentré au bain-marie, avec une légère addition de solution de tan. Lorsque la liqueur eut atteint une densité de 6° Baumé, elle fut soumise à la défécation par l'addition de 4 millièmes de chaux en lait. Les écumes, parfaitement montées, avaient une couleur verdâtre, mais le jus était limpide et à peine teinté d'une très-légère couleur ambrée.

La liqueur filtrée fut soumise à la concentration avec un peu de noir fin, et lorsqu'elle fut arrivée à 15°, elle fut filtrée de nouveau, puis condensée à 25°. Une dernière filtration précéda la cuite, qui eut lieu au bain-marie, à la température de + 100°. Le sirop, limpide et de toute beauté, n'avait pris que fort peu de coloration ; il était de plus de moitié moins foncé que les produits de la cuite des moûts de betterave. L'évapo-

ration fut continuée jusqu'à ce qu'une goutte du sirop, versée sur une plaque de marbre, donna des indices certains de cristallisation par le refroidissement, et la matière fut mise à cristalliser dans un grand entonnoir en verre, qui fut couvert avec soin.

Dans l'espace d'une nuit, la masse avait pris la consistance solide, et après quatre jours, on distinguait très-bien le grain des cristaux à travers les parois du verre. L'extrémité inférieure fut alors débouchée au-dessus d'un vase, et l'égouttage du sirop commença à se faire aussi bien que possible. Lorsque l'écoulement fut arrêté, nous versâmes de l'alcool à 95° sur les cristaux pour achever de les purger, et deux jours plus tard, la balance accusait un poids répondant à 6 pour 100 de celui des tiges traitées; ce sucre de *premier jet*, bien sec, offrait toutes les qualités d'un excellent produit. Les mélasses, soumises à une douce évaporation, ont donné de nouveaux cristaux dont le poids était le tiers du précédent. Nous n'avons pas cru devoir pousser plus loin cette expérience.

Il convient de remarquer que la cristallisation a été plus longue pour le second produit que pour le premier; mais cette expérimentation incomplète n'a pas moins fourni en sucre cristallisé 8 pour 100 du poids du végétal.

La seconde partie des tiges, traitée par la méthode d'élimination de M. Péligot, modifiée, avait fourni 11 pour 100 de sucre cristallisé... Ces plantes avaient crû à Paris, dans un sol non fumé et non marécageux; elles avaient été soustraites à l'influence de l'eau en excès et des engrais azotés. Nous n'avons pas eu, il est vrai, des tiges aussi grosses, mais ici, comme pour la betterave, ce n'est pas la grosseur qu'il faut considérer; c'est la proportion de sucre susceptible d'extraction.

D'après cette expérience, il n'est plus douteux pour nous que le sorgho puisse donner de bons résultats pour sucre, même sous le climat de Paris; mais, afin de ne pas nous prononcer légèrement à ce sujet, nous nous proposons de recommencer une nouvelle série d'expérimentations.

Le sorgho, semé dans le même terrain, le plus tôt possible après les gelées, devra nous donner son maximum de maturité, et, par conséquent, son maximum de produit. Celui qui a été l'objet de notre essai, en 1859, avait été semé près d'un mois trop tard.

Nous croyons que les plantes à sucre ne veulent pas trop d'eau, et encore moins d'engrais animaux ; aussi condamnons-nous la pratique suivie pour le sorgho. Elle est bonne, sans doute, et même meilleure que toute autre, dans le cas où l'on vise à produire des fourrages ; mais le sucre prismatique ne se produit que difficilement dans ces conditions. Nous ne pouvons mieux faire à ce sujet que de renvoyer le lecteur aux considérations que nous avons émises (liv. I) sur la culture des plantes saccharifères, et sur les conditions nécessaires pour la production du sucre cristallisable dans l'organisme végétal.

Produits possibles. — Si nous admettons que le sorgho puisse donner dans le Midi 75,000 kilogrammes de cannes exploitables par hectare, et seulement 55,000 kilogrammes sous la latitude de Paris, nous partirons de ce dernier chiffre pour moyenne, et nous regarderons cette quantité comme équivalant à :

Sucre cristallisable (10,667 pour 100)........	5866k,85
Sucre incristallisable (5,333 pour 100)........	2953 15
Ensemble...........	8799k,00

Ces chiffres sont basés sur les expériences optiques de M. Clerget. *En pratique*, il ne serait pas possible d'obtenir actuellement plus de 6,5 à 7 pour 100 en sucre cristallisable, ce qui donnerait un rendement de 3,575 à 3,850 kilogrammes par hectare, et il resterait dans les mélasses de 4,949 à 5,224 kilogrammes de sucre alcoolisable.

Ces résultats n'ont rien d'exagéré, et ils parlent assez d'eux-mêmes pour que l'initiative soit prise par la fabrication. Nous croyons donc que le sorgho offre un avenir sérieux à l'industrie sucrière, et que cette plante, susceptible d'entrer avec avantage dans nos assolements culturaux, est appelée à devenir en France un puissant auxiliaire de la betterave. Il ne faut pas songer à opposer ces deux végétaux l'un à l'autre ; ce serait un acte de véritable folie : la betterave est indispensable à notre agriculture, et la prospérité de cette plante est liée à celle de la production du pain, de la viande, de la laine, etc., ainsi qu'à l'amélioration du sol ; on ne peut songer à supplanter ou à remplacer cette précieuse racine. Cependant, pourquoi rejetterait-on sans examen sérieux et sans expérimenta-

tions, par mauvais vouloir et parti pris, un végétal dont la richesse saccharine peut *venir en aide* à la production sucrière? Ce serait évidemment une faute impardonnable, et la fabrication comprendra facilement que c'est à elle à prendre les devants et à entrer dans une voie d'amélioration que la culture négligera pendant longtemps, si elle ne se sent pas soutenue par l'industrie.

SUCRE DE MAÏS.

La question du sucre de maïs a été l'objet de nombreuses expériences qui n'ont pas eu l'heureux résultat que l'on en avait d'abord espéré. En effet, malgré tous les essais qui avaient été tentés et dont plusieurs avaient donné la constatation d'un produit remarquable en sucre prismatique, le maïs a été abandonné comme plante saccharifère, au moins dans nos pays, où la betterave joue un si grand rôle.

La canne à sucre, le sorgho et le maïs offrent tant de points de ressemblance, que leur étude ne peut guère être séparée. Nous allons tracer rapidement l'histoire des travaux faits sur le sucre de maïs, avant d'indiquer le résultat de nos expériences personnelles et de tracer les règles à suivre dans le traitement de cette graminée.

De 1780 à 1785, de Bonrepos parvint à extraire du maïs un sucre concret et cristallisable; mais les expériences faites par Parmentier, qui ignorait les procédés de Bonrepos, ne le conduisirent qu'à des résultats négatifs; car, en 1813, on affirme, sur ces expérimentations, que *le sirop de maïs cristallise difficilement*...

Difficile n'a jamais signifié *impossible*.

Dix ans plus tard, Marabelli (de Pavie) retirait des tiges de maïs du sucre cristallisé, comparable au sucre de canne...

Vinrent ensuite Burger, Deyeux, Pictet (1811), le docteur Neuhold (de Grætz), Pallas (1824), Biot et Soubeiran...

Depuis cette époque, vers 1842, des expériences, suivies à la Louisiane, démontrèrent que le maïs sucré (*sugar corn*) peut donner de 16 à 17 pour 100 de sucre prismatique.

La polarisation circulaire a démontré également (Biot, 1836) que le sucre de maïs est identique avec le sucre de la canne.

Rapportons maintenant quelques expériences.

A la suite des travaux de Bonrepos, Parmentier obtint :

1° De 48 livres (23k,496) de tiges fraîches de maïs 8 *onces* (245 grammes) de sirop... A quel degré ???

2° De 12 livres (5_k,875) de matière sèche provenant de tiges fraîches à la même période de maturité, 12 *grains* (0gr,60) *de sucre.*

3° De 30 livres (14k,685) d'épis de maïs verts 18 *onces* (550 grammes) de sirop épais.

On conviendra qu'à part l'obtention de la quantité microscopique de sucre obtenue, ces expériences n'ont qu'une valeur négative.

Le docteur Neuhold se débarrassait de l'épi et des feuilles, et faisait écraser les tiges dont il retirait, pour 1,000 tiges, 70 à 71 litres de jus. Ce jus, après avoir bouilli et perdu ses écumes, était saturé par la craie à raison de 1k,5 environ pour la quantité indiquée précédemment. La liqueur, décantée et réduite à moitié par l'ébullition, était mise au repos pour la débarrasser de quelques substances mucilagineuses et extractives. Il était ensuite réduit doucement à moitié, puis filtré et mis au repos pendant tout l'hiver.

Ce sirop se dépouillait, pendant ce temps, d'une matière visqueuse, et il se conservait parfaitement, sans la moindre altération.

Au printemps, M. Neuhold achevait la concentration, et de 12 livres de sirop bien cuit il extrayait, en moyenne, 3 livres 1/2 de sucre cristallisé et 8 livres 1/2 de mélasse.

Malgré l'imperfection évidente des procédés de M. Neuhold, on peut cependant tirer de son travail quelques conséquences fort remarquables :

1° 140 parties de jus de maïs ont donné 12 parties de sirop bien cuit :

2° Le sirop a produit 3 parties 1/2 de sucre cristallisé ;

3° Il est resté 8 parties 1/2 de mélasse dont on n'a pas cherché à extraire le sucre ; mais, si nous nous en rapportons à ce que l'on constate tous les jours, nous pouvons établir que ces 8 parties 1/2 de mélasse ne pouvaient garder en dissolution moins de 50 pour 100 de sucre, ce qui donne 4 parties 1/4 ;

4° Le produit retiré et le produit négligé dans les mélasses auraient donc donné ensemble 7 parties 3/4 pour 140 parties de jus, soit 5,53 pour 100 comparé au jus ;

5° Si nous regardons la plante comme susceptible de fournir 50 pour 100 de jus, cela nous donne un produit en sucre cristallisable de 2,76 pour 100 de la plante ayant mûri et produit ses graines.

M. Lapanouse retirait 45 à 50 de jus pour 100 livres de plante; il traitait ce jus par une sorte de défécation à l'aide de 0,125 de chaux pour 1,000 parties.

Il retirait de ses 100 livres de tiges 9 à 10 litres de sirop bien cuit, à peu près la moitié de ce que fournit la canne dans la pratique habituelle...

M. Pallas n'a retiré que 500 grammes de sirop à 34° Baumé sur 7 kilogrammes de tiges de maïs, soit un quatorzième, pendant que M. Lapanouse en a extrait 10 pour 100.

En fin de compte, il résulte de ces diverses expériences que l'on pourrait extraire des tiges du *maïs ayant fourni sa graine* environ 2,5 pour 100 en sucre cristallisé, ce qui serait déjà un grand avantage, puisque ce serait tirer un parti avantageux d'un déchet peu profitable.

Nous avons, par plusieurs reprises, essayé le maïs, avant et après sa maturité, sur des échantillons dont les épis avaient été retranchés, et sur d'autres qui les avaient conservés; voici les chiffres que nous avons obtenus par le *traitement alcoolique:*

1° 100 parties de maïs, coupé avant la maturité, entre la floraison et la maturité des graines qui avaient été conservées, ont fourni en sucre cristallisable 4,6;

2° 100 parties de maïs, coupé après la maturité des graines, ont donné en sucre cristallisable 3,4;

3° 100 parties de maïs, coupé à l'époque intermédiaire entre la floraison et la maturité, mais dont les épis avaient été retranchés, ont donné en sucre cristallisable 7,2;

4° 100 parties de maïs, privé des épis, coupé à l'époque ordinaire de la maturité, ont donné en sucre cristallisable 8,3.

Nous avons cru devoir conclure de ces expérimentations que le maïs, dans le climat de Paris, donne des produits plus abondants lorsqu'on a retranché les fleurs femelles, et qu'on le laisse parvenir à l'époque de sa maturité.

Chaque tige pesait en moyenne 480 grammes... En admettant ce chiffre moyen ordinaire de 480 grammes et supposant 25,000 pieds par hectare, ce serait un chiffre poids de 12,000 ki-

logrammes représentant 996 kilogrammes de sucre, mais cette quantité est fort loin de ce que produit la betterave.

En tous cas, si l'on avait jamais à traiter cette plante pour sucre, on devrait opérer comme nous avons dit pour le sorgho : le maïs donne un vesou verdâtre qui a besoin d'être déféqué avec soin.

Le maïs sucré ou *sugar corn* de la Louisiane est un maïs à graine blanche, translucide, de moyenne grosseur et un peu aplatie. On le cultive pour la farine que l'on en retire. Des expériences sérieuses prouvent que ce maïs fournit presque autant de sucre que la canne, et il est très-probable que la maturation des graines ne diminuerait pas assez le rendement saccharin pour qu'on ne pût pas en tirer avantageusement les deux produits. Il serait à désirer que cette précieuse variété fût mise à l'étude en Europe, en France surtout, où la différence climatérique est assez peu considérable, et dont le sol se prêterait merveilleusement à cette culture.

CHAPITRE V.

DES SUCRES D'ÉRABLE ET DE BOULEAU.
AVANTAGES
DES SÉVES SUCRÉES SUR LES JUS ET VESOUS EXPRIMÉS.

La canne est la plante sucrière par excellence, et nous avons dû en parler d'abord avec quelque étendue, avant d'entrer dans des détails sommaires sur l'extraction des sucres de sorgho et de maïs, qui ne sont pas encore acquis à la pratique industrielle, malgré les espérances légitimes que la première de ces plantes peut faire concevoir aujourd'hui.

Avant de passer à la vaste question du sucre européen ou indigène, du sucre de betterave, il nous reste à dire quelques mots du sucre que l'on extrait de certaines séves d'arbres, tels que l'érable et le bouleau. Ce chapitre nous servira de transition naturelle entre le sucre des graminées et celui des racines sucrées.

Notre intention n'étant pas de consacrer notre temps à des observations de curiosité et de récréation, nous passerons à peu près sous silence certaines plantes dont on peut extraire du sucre de canne, mais dont le produit serait beaucoup trop faible : au moins ne parlerons-nous que très-succinctement du sucre que l'on peut retirer des cucurbitacées, etc. Il n'en est pas ainsi du sucre extrait de l'érable, dont l'importance pratique est assez nettement établie pour qu'elle ne puisse inspirer aucun doute à personne. La séve de cet arbre fournit, sans culture et sans autre soin que celui de la recueillir et de la condenser, un sucre excellent et abondant, tandis que plusieurs végétaux saccharifères dont la culture serait dispendieuse et difficile ne rapporteraient pas en sucre de quoi couvrir les frais qu'ils occasionneraient.

SUCRE D'ÉRABLE OU DE MAPLE.

L'érable à sucre (*acer saccharinum*), connu des Américains sous le nom de *maple*, est un grand arbre, du plus beau port,

qui atteint souvent une hauteur de 30 mètres. La séve de ce végétal contient une quantité assez considérable de sucre de canne, variant, en moyenne, de 2 à 4 centièmes.

Cet arbre habite la partie froide de l'Amérique du Nord, où il forme souvent des forêts entières ; il y a tout lieu de croire que ce serait une précieuse acquisition pour l'Europe septentrionale, et il serait, en tout cas, infiniment plus utile à la question alimentaire, ou même à la question économique, que nombre d'essences de simple ornement dont nous remplissons à grands frais les promenades et les lieux publics. Son bois est parfait pour une multitude de travaux de menuiserie, et il serait à désirer que le repeuplement de nos forêts pût se faire avec cette magnifique espèce.

Son produit en sucre n'est pas non plus à dédaigner; outre la franchise de goût et la netteté de saveur qui le distinguent, on ne peut lui refuser un avantage précieux, c'est d'appartenir à la classe des produits que nous obtenons sans culture spéciale. Il serait de toute impossibilité de donner une idée sommaire de la quantité qu'on en recueille annuellement dans les États de l'Union ; il y a tels États qui en produisent plusieurs millions de kilogrammes.

Le sucre de *maple* se présente dans le commerce en gros prismes compactes, de la dimension des morceaux de savon dits *en brique ;* il est d'une couleur grise brunâtre, et lorsqu'il a subi un certain degré de dessiccation, il devient assez difficile à briser. Un échantillon assez considérable nous a donné les résultats suivants par le traitement alcoolique :

Sucre cristallisable........	81
Sucre incristallisable......	19
	100

Il se conduit bien au raffinage et la décoloration en est facile.

La fabrication du sucre brut de maple est tout à fait élémentaire ; elle n'a subi aucune variation importante, et le document suivant, emprunté au Bulletin de la Société d'encouragement (janvier 1811), présente autant d'actualité que s'il avait été rédigé à l'occasion de la dernière récolte.

Il offre, d'ailleurs, un assez grand intérêt pour que nous le mettions dans toute son étendue sous les yeux du lecteur.

« L'érable à sucre croît en grand nombre dans les États du centre de l'Union américaine. Ceux qui croissent à New-York et en Pensylvanie fournissent une plus grande quantité de sucre que ceux que produisent les environs de l'Ohio. On les trouve mêlés avec le hêtre, le sapin, le frêne, l'arbre à concombre, le tilleul, le peuplier, le noyer et le cerisier sauvage. On les voit quelquefois en bouquets, qui couvrent cinq à six acres de terrain ; mais ils sont plus ordinairement mêlés à quelques-uns des arbres que nous venons de citer. On les trouve généralement au nombre de trente à cinquante par acre. Ils croissent surtout dans les terrains fertiles, et même dans les terrains pierreux ; des sources de l'eau la plus limpide jaillissent en abondance dans leur voisinage ; parvenus à leur plus grand accroissement, ils atteignent la hauteur des chênes blancs et noirs, et leur tronc a deux ou trois pieds de diamètre. Ils portent, au printemps, une fleur jaune en houppe; la couleur de cette fleur les distingue de l'érable commun, dont la fleur est rouge (*acer rubrum* de Linnée). Cet arbre donne un excellent bois de chauffage, dont la cendre produit une grande quantité de potasse, qui est peut-être égale en qualité à celle que l'on tire de tout autre arbre qui croît dans les forêts des États-Unis. On présume que l'érable atteint, au bout de quarante ans, le terme de son accroissement.

« Nous allons indiquer la méthode qui est généralement suivie aux États-Unis pour extraire le sucre de la séve de l'érable ; nous en devons la communication à M. Michaux, observateur éclairé, qui a séjourné plusieurs années dans l'Amérique septentrionale, et qui a recueilli des notions précieuses sur la culture des arbres forestiers de ce pays, dont quelques-uns sont déjà acclimatés en France.

« L'extraction du sucre d'érable est d'un grand secours pour les habitants qui vivent loin des ports de mer où cet arbre est abondant ; car, aux États-Unis, toutes les classes de la société font un usage journalier de thé et de café.

« Le procédé qu'on suit généralement pour obtenir cette espèce de sucre est très-simple, et il est à peu de chose près le même dans tous les lieux où on l'emploie. Quoique ce procédé ne soit pas défectueux, on pourrait le perfectionner et en retirer de plus grands avantages, si l'on suivait les instructions publiées dans ce pays pour le purifier.

« C'est ordinairement dans le courant de février ou dès les premiers jours de mars qu'on commence à s'occuper de ce travail, époque où la séve entre en mouvement, quoique la terre soit encore couverte de neige, que le froid soit très-rigoureux, et qu'il s'écoule presque un intervalle de deux mois avant que les arbres entrent en végétation. Après avoir choisi un endroit central, eu égard aux arbres qui doivent fournir la séve, on élève un appentis, désigné sous le nom de *sugar camp*, camp à sucre ; il a pour objet de garantir des injures du temps les chaudières dans lesquelles se fait l'opération et les personnes qui la dirigent. Une ou plusieurs tarières d'environ trois quarts de pouce de diamètre, de petits augets destinés à recevoir la séve, des tuyaux de sureau ou de sumac de 8 à 10 pouces, ouverts sur les deux tiers de leur longueur et proportionnés à la grosseur des tarières, des seaux pour vider les auges et transporter la séve au camp, des chaudières de la contenance de 15 ou 16 gallons (60 à 64 litres), des moules propres à recevoir le sirop arrivé au point d'épaississement convenable pour être transformé en pain, enfin, des haches pour couper et fendre le combustible, tels sont les principaux ustensiles nécessaires à ce travail.

« Les arbres sont perforés obliquement de bas en haut, à 18 ou 20 pouces de terre, de deux trous faits parallèlement à 4 ou 5 pouces de distance l'un de l'autre ; il faut avoir l'attention que la tarière ne pénètre que d'un demi-pouce dans l'aubier, l'observation ayant appris qu'il y avait un plus grand écoulement de séve à cette profondeur que plus ou moins profondément. On recommande encore et on est dans l'usage de les percer dans la partie de leur tronc qui correspond au midi : cette pratique, quoique reconnue préférable, n'est pas toujours suivie.

« Les augets, de la contenance de 2 ou 3 gallons (8 à 12 litres), sont faits le plus souvent, dans les États du Nord, de pin blanc, de frêne blanc ou noir, ou d'érable ; sur l'Ohio, on choisit de préférence le mûrier, qui y est très-commun ; le châtaignier, le chêne et surtout le noyer noir et le *butter nut*, ne doivent point être employés à cet usage, parce que la séve se chargerait facilement de la partie colorante et même d'un certain degré d'amertume dont ces bois sont imprégnés. Un auget est placé à terre, au pied de chaque arbre, pour recevoir

la séve qui s'écoule par les deux tuyaux introduits dans les trous faits avec la tarière ; elle est recueillie journellement et portée au camp, où elle est déposée provisoirement dans des tonneaux, d'où elle est tirée pour emplir les chaudières. Dans tous les cas, elle doit être bouillie dans le cours des deux ou trois premiers jours qu'elle a été extraite du corps de l'arbre, étant susceptible d'entrer promptement en fermentation, surtout si la température devient plus modérée. On procède à l'évaporation par un feu actif, en ayant soin d'écumer pendant l'ébullition, et on ajoute à la richesse de la liqueur par l'addition successive de nouvelles quantités de séve, jusqu'à ce qu'enfin elle prend une consistance sirupeuse; on la passe alors, après qu'elle est refroidie, à travers une couverture ou toute autre étoffe de laine, pour en séparer les impuretés dont elle pourrait être chargée.

« Quelques personnes recommandent de ne procéder au dernier degré de cuisson qu'au bout de douze heures ; d'autres, au contraire, pensent qu'on peut s'en occuper immédiatement. Dans l'un ou l'autre cas, on verse la liqueur sirupeuse dans une chaudière qu'on n'emplit qu'aux trois quarts, et, par un feu vif et soutenu, on l'amène promptement au degré de consistance requis pour être versée dans des moules ou baquets destinés à la recevoir. On connaît qu'elle est arrivée à ce point, lorsqu'en prenant quelques gouttes entre les doigts on sent de petits grains. Si, dans le cours de cette dernière cuite, la liqueur s'emporte, on jette dans la chaudière un petit morceau de lard ou de beurre, ce qui la fait baisser immédiatement. La mélasse étant écoulée des moules, ce sucre n'est plus déliquescent comme le sucre brut des colonies.

« Le sucre d'érable, obtenu de cette manière, est d'autant moins foncé en couleur qu'on a apporté plus de soin à l'opération, et que la liqueur a été rapprochée convenablement : alors il est supérieur au sucre brut des colonies, au moins si on le compare à celui dont on se sert dans la plupart des maisons des États-Unis ; sa saveur est aussi agréable, et il sucre également bien ; raffiné, il est aussi beau et aussi bon que celui que nous obtenons dans nos raffineries en Europe.

« Cependant on ne fait usage du sucre d'érable que dans les parties des États-Unis où il se fabrique, et seulement dans les campagnes ; car, soit préjugé ou autrement, dans les petites

villes et dans les auberges de ces mêmes contrées, on ne se sert que du sucre brut des colonies.

« L'espace de temps pendant lequel les arbres exsudent leur séve est limité à environ six semaines ; sur la fin, elle est moins abondante et moins sucrée, et se refuse quelquefois à la cristallisation ; on la conserve alors comme mélasse, qui est considérée comme supérieure à celle du commerce. La séve, exposée plusieurs jours au soleil, éprouve une fermentation acide qui la convertit en vinaigre.

« Dans un ouvrage périodique, publié à Philadelphie il y a quelques années, on indique la manière suivante de faire de la bière d'érable à sucre : on ajoute à 4 gallons d'eau bouillante 1 litre de cette mélasse, et un peu de levain pour exciter la fermentation ; si à cette même quantité d'eau et de mélasse on ajoute une cuillerée d'essence de spruce, on obtient une bière des plus agréables et des plus saines.

« Le procédé que nous venons de décrire, qui est le plus généralement suivi, est absolument le même, soit qu'on tire la séve de l'érable à sucre ou sucrier, soit de l'érable rouge ou de l'érable blanc ; mais ces deux dernières espèces doivent fournir le double de séve pour donner la même quantité de sucre.

« Différentes circonstances contribuent à rendre la récolte du sucre plus ou moins abondante : ainsi, un hiver très-froid et très-sec est plus productif que lorsque cette saison a été très-variable et très-humide. On observe encore que, lorsque pendant la nuit il a gelé très-fort, et que dans la journée qui suit l'air est très-sec et qu'il fait un beau soleil, la séve coule avec une grande abondance, et qu'alors un arbre donne quelquefois 2 à 3 gallons en vingt-quatre heures. On estime que trois personnes peuvent soigner deux cent cinquante arbres, qui donnent 1,000 livres de sucre, ou environ 4 livres par arbre, ce qui cependant ne paraît pas toujours être le cas pour ceux qui s'en occupent ; car plusieurs fermiers sur l'Ohio assurent n'en obtenir qu'environ 2 livres.

« Les arbres qui croissent dans les lieux bas et humides donnent plus de séve, mais moins chargée de principes saccharins que ceux situés sur les collines ou coteaux ; on en retire proportionnellement davantage de ceux qui sont isolés au milieu des champs ou le long des clôtures des habitations. On

a remarqué aussi que, lorsque les cantons où l'on exploite annuellement le sucre sont dépourvus des autres espèces d'arbres, même des érables à sucre mal venants, on obtient des résultats plus favorables.

« Pendant son séjour à Pittsburg, M. Michaux eut occasion de voir consigné, dans une gazette de Greensburg, le fait suivant, qui mérite d'être cité :

« Ayant, dit l'auteur de la lettre, introduit 20 tuyaux dans « un érable à sucre, j'ai retiré le même jour 23 gallons 3/4 de « séve, qui donnèrent 7 livres 1/4 de sucre, et tout le sucre ob- « tenu dans cette saison, de ce même arbre, a été de 33 livres, « qui équivaut à 108 gallons de séve. »

« Cette quantité de 108 gallons fait supposer que 3 gallons de séve donnent 1 livre de sucre, quoiqu'en général on estime qu'il faille 4 gallons à la livre.

« Il résulte de cet essai que de chacun des 20 tuyaux il s'est écoulé 1 litre 1/4 de séve, quantité équivalente à ce qu'on retire seulement des deux canules qu'on introduit dans les arbres perforés à cet effet. De ces faits ne pourrait-on pas conclure que la séve ne s'échappe que par les vaisseaux séveux, lacérés par les tarières qui y correspondent à l'orifice supérieur ou inférieur, et qu'elle n'est pas recueillie à cet endroit des parties environnantes. M. Michaux ajoute qu'il est d'autant plus disposé à croire que cela se passe ainsi qu'un jour, parcourant les profondes solitudes des bords de l'Ohio, il lui vint dans l'idée d'entamer un sucrier à quelques pouces au-dessus de l'endroit où il avait été percé l'année précédente. En effet, il observa qu'au milieu d'un aubier très-blanc les fibres ligneuses présentaient, à cet endroit, une bande verte de la même largeur et de la même épaisseur que l'orifice qui avait été pratiqué. L'organisation des fibres ligneuses ne semblait pas altérée ; mais cela n'est pas suffisant pour inférer qu'elles puissent de nouveau donner passage à la séve l'année suivante. On objectera peut-être qu'il est prouvé que des arbres ont été travaillés depuis trente ans sans qu'ils paraissent avoir diminué de vigueur ni avoir rendu moins abondamment de séve; on pourrait répondre à cette observation qu'un arbre de trois à quatre pieds de diamètre présente beaucoup de surface; qu'on évite de perforer l'arbre au même endroit, et que, quand même cette circonstance aurait lieu après trente ou

quarante ans, les couches successives, dans cet intervalle, mettraient cet individu presque dans le même état qu'un arbre récemment soumis à cette opération.

« C'est dans la partie supérieure du New-Hampshire, dans l'État de Vermont, dans le Tennessee, l'État de New-York, dans la partie de la Pensylvanie située sur les branches orientales et occidentales de la Susquehannah, et à l'ouest des montagnes, dans les comtés avoisinant les rivières Mononghahela et Alleghany, enfin sur les bords de l'Ohio, que se fabrique une plus grande quantité de sucre. Dans ces contrées, les fermiers, après avoir prélevé ce qui leur est nécessaire jusqu'à l'année suivante, vendent aux marchands des petites villes voisines le surplus de ce qu'ils ont récolté, à raison de 8 sous la livre, et ces derniers le revendent 11 à ceux qui ne veulent pas s'occuper de cette fabrication, ou qui n'ont pas d'érables à leur disposition.

« Il se fait encore beaucoup de ce sucre dans le haut Canada, sur la rivière Wabash, aux environs de Michilli-Makinac, où les Indiens qui le fabriquent l'apportent et le vendent aux préposés de la Compagnie du Nord-Ouest, établie à Montréal. Ce sucre est destiné pour l'approvisionnement de leurs nombreux employés, qui vont à la traite des fourrures au delà du lac Supérieur.

« Dans la Nouvelle-Ecosse, le duché de Maine, sur les montagnes les plus élevées de la Virginie et des deux Carolines, il s'en fabrique également, mais en bien moindre quantité, et il est probable que les sept dixièmes des habitants s'approvisionnent de sucre des colonies, quoique l'érable ne manque pas dans ces contrées.

« On a avancé et il paraît certain que, dans la partie supérieure des États de New-York et de la Pensylvanie, il y avait une étendue de pays qui abondait tellement en érables à sucre, que ce qui pourrait être fabriqué de ce sucre suffirait à la consommation des États-Unis ; que la somme totale des terres recouvertes d'érables à sucre, dans la partie indiquée de chacun de ces États, est de 526,000 acres, qui, par une réduction très-modérée, donneraient environ 8,416,800 livres de sucre, quantité requise, et qui pourrait même être extraite de 105,210 acres, à raison de 4 livres par arbre et seulement de vingt arbres par acre, quoiqu'on estime

qu'un acre contienne à peu près quarante arbres; cependant il ne paraît pas que cette extraction, qui est limitée seulement à six semaines de l'année, réponde à cette idée vraiment patriotique. Ces arbres, dans ces contrées, croissent sur d'excellentes terres, qui se défrichent rapidement, soit par les émigrations des parties maritimes, soit par l'augmentation singulière de la population, tellement qu'avant un demi-siècle, peut-être, les érables se trouveront confinés aux situations trop rapides pour être cultivés, et ne fourniront plus de sucre qu'au propriétaire qui les possédera sur son domaine : à cette époque, le bois de cet arbre, qui est fort bon, donnera peut-être un produit supérieur et plus immédiat que le sucre lui-même. On a encore proposé de planter des érables à sucre autour des champs ou en verger. Dans l'un ou l'autre cas, des pommiers ne donneront-ils pas toujours un bénéfice plus certain; car dans l'Amérique septentrionale on a éprouvé que ces arbres viennent dans des terrains qui sont si arides que les érables à sucre ne pourraient y végéter? On ne peut donc considérer que comme très-spéculatif tout ce qui a été dit sur ce sujet, puisque dans la Nouvelle-Angleterre, où il y a beaucoup de lumières répandues dans les campagnes et où cet arbre est indigène, on ne voit pas encore d'entreprise de ce genre qui puisse tendre à restreindre l'importation du sucre des colonies.

« Les animaux sauvages et domestiques sont avides de la séve des érables, et forcent les barrières pour s'en rassasier.

« Nous ajouterons que la séve de l'érable plane, qui est probablement celui qui croît en Bohême et en Hongrie, donne une moindre quantité de sucre que celle de l'érable à sucre. L'érable à feuilles de frêne (*acer negundo*), qu'on élève aujourd'hui dans nos pépinières, ne produit point de sucre.

« On ne peut mieux terminer ces citations qu'en les appuyant des faits que contient la lettre suivante, écrite de Vienne, en Autriche, le 21 juillet 1810 :

« On a déjà commencé ici (à Vienne) à faire usage d'une « espèce de sucre tiré du suc de l'érable. Des essais en grand, « entrepris dans différentes parties de cette monarchie, ne laissent aucun doute sur l'utilité de cette découverte. Les différentes espèces d'érables qui sont propres à fournir du sucre « se trouvent en assez grand nombre dans les forêts des États

« d'Autriche : il y en a des bois entiers en Hongrie et en Mora-
« vie. Le prince d'Auersberg, qui a déjà fait, depuis plusieurs
« années, dans ses terres de Bohême, des expériences pour
« extraire le sucre de l'érable, s'occupe actuellement d'éta-
« blir pour cet objet une fabrique dont les frais s'élèvent à
« 20,000 florins, et qui doit produire annuellement 300 à
« 400 quintaux de sucre. Le prince a fait récemment planter
« plus d'un million d'érables ; on a lieu d'espérer que cet
« exemple trouvera bientôt des imitateurs parmi les grands
« propriétaires, et il serait possible qu'on eût ainsi du sucre
« indigène, même en plus grande quantité qu'il n'est néces-
« saire pour la consommation du pays. »

Les principaux avantages du sucre d'érable sont donc d'être le produit *accessoire* d'un arbre forestier, dont le bois est d'ailleurs susceptible des meilleurs usages, de se fabriquer dans la saison d'hiver et de n'exiger aucun soin de conservation quant à la matière. Ici, pas d'emmagasinement coûteux, pas d'extraction pénible à l'aide des laminoirs, pas d'accidents imprévus et irréparables, comme cela arrive avec la plupart des autres substances saccharines. Il suffit d'opérer la cuisson à mesure de l'extraction de la séve. Nous devons ajouter à cela que le sucre d'érable, par l'absence des acides nuisibles à sa conservation, se sèche naturellement et ne devient jamais déliquescent, comme cela arrive presque toujours pour le sucre de canne récolté aux États-Unis. Nous en avons conservé pendant plus d'un an, à l'air libre, un échantillon assez considérable, qui avait fini par acquérir une très-grande dureté, à ce point qu'on fut obligé de le rompre avec le ciseau et le marteau, et cependant la dessiccation n'en était pas encore complète.

D'après les divers documents qui nous ont été communiqués et les affirmations de personnes dignes de foi, on pourrait récolter en moyenne aux États-Unis plus de 60 millions de kilogrammes de sucre d'érable, à raison de 2 kilogrammes environ par arbre parvenu à l'âge adulte.

L'*acer saccharinum*, dont on connaît deux espèces : le *mâle*, plus riche en séve sucrée, et le blanc, dit *femelle*, n'est pas le seul arbre de la famille des *acérinées* qui fournisse du sucre prismatique ; les *acer nigrum* et *acer rubrum* en produisent aussi, mais en moindre quantité. On estime, en général, que

la séve du maple contient 2 1/2 à 3 pour 100 de sucre cristallisable, qu'on en retire par le procédé élémentaire que nous avons rapporté.

SUCRE DE BOULEAU.

La séve du bouleau, que l'on pourrait appeler l'*arbre à sucre* des régions polaires, ne fournit pas plus de 1 1/2 à 2 pour 100 de sirop bien cuit, équivalent aux deux tiers de son poids en sucre brut.

Comme on le voit, cet arbre rend moins que l'érable ; d'ailleurs la méthode d'extraction et de concentration de la séve est exactement la même.

Nous ne pensons pas qu'il puisse y avoir un grand intérêt à s'occuper de cet arbre dans les régions où peuvent croître d'autres végétaux saccharifères ; mais dans les contrées septentrionales de l'Europe, où le bouleau est pour ainsi dire autochthone, où il résiste à de très-basses températures, le sirop obtenu de sa séve peut rendre de grands services à des populations déshéritées, privées des bienfaits d'un climat moins austère.

C'est au commencement du printemps que l'on *soutire* la séve du bouleau, et elle est d'autant plus abondante que le froid de l'hiver a été plus intense et plus rigoureux.

Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails à ce sujet, ce que nous avons rapporté de l'érable à sucre suffisant pour faire comprendre comment on doit traiter la séve du bouleau.

AVANTAGES DES SÉVES SUCRÉES SUR LES JUS ET VESOUS EXPRIMÉS.

Il est vraiment à regretter que, dans un pays aussi éminemment *forestier* que la France, des mesures n'aient pas été prises pour repeupler nos forêts avec des essences productives et utiles : sous ce rapport, nous sommes en arrière de l'Autriche et de la Prusse, ces deux patries du *statu quo*, où l'on n'a pas craint de marcher dans cette voie dès le commencement de ce siècle. L'*érable à sucre* serait une des plus belles conquêtes

de nos forêts, et l'on ne pourrait objecter contre ce bel arbre la mauvaise raison apportée contre le *merisier*, savoir, les dégradations possibles des maraudeurs.

« Il vaut mieux prévenir que réprimer, » dit un ancien proverbe, et certes, si l'administration forestière avait été convaincue de cette règle de simple bon sens, une de nos belles industries, celle des *kirschs*, ne serait pas à peu près ruinée dans les provinces de l'Est. Rien n'était si facile que de réglementer la récolte des merises, tout en s'opposant, par des moyens sérieux de pénalité, aux dégradations de la malveillance.

Il y a plus encore : on aurait dû récompenser par des primes, non-seulement les simples particuliers qui auraient récolté ou distillé le plus de merises, mais encore les cultivateurs assez intelligents pour multiplier les plantations, les haies, les clôtures et les abris dans lesquels ils auraient fait dominer les espèces utiles.

Si nous réclamons contre un ordre de choses diamétralement opposé, et si nous croyons que le régime forestier laisse beaucoup à désirer sous ce rapport, ces réflexions s'appliquent également à d'autres essences, plus importantes peut-être encore. La multiplication du châtaignier et de l'érable à sucre rendrait des services immenses au pays, sous le rapport de la grande question alimentaire.

La châtaigne, outre son utilité comme matière d'alimentation, pourrait devenir un puissant auxiliaire de la production du sucre, et le bois du châtaignier est propre à une foule d'usages qui le font rechercher dans les arts. Son écorce fournit en abondance une substance tannante dont on pourrait tirer un grand parti.

Quant à l'érable-sucrier, dont l'acclimatation serait si aisée dans toutes nos provinces boisées du Nord-Est, son produit annuel en sucre ne nuirait en rien à la valeur de son bois, et les préjugés forestiers n'ont absolument rien de sérieux à objecter contre son introduction. L'État même pourrait y trouver une source de revenus importants, par la redevance qui serait imposée aux *fermiers* ou locataires des cantons forestiers où ils seraient exploitables.

Les parcs, les promenades et plantations d'agrément n'auraient pas de plus bel hôte que le *maple*, et si l'on songe que,

dans des terrains complétement perdus pour l'agriculture, les arbres de pure curiosité sont entassés par millions, on regrette de ne pas y voir figurer, en proportion notable, un arbre qui peut rapporter tous les ans au moins *deux kilogrammes* d'excellent sucre.

Il est à espérer d'ailleurs que les efforts de la Société d'acclimatation, qui vient de se former en France il y a quelques années, se dirigeront dans cette noble voie, digne de l'attention des hommes sérieux, amis des véritables progrès et désireux de concourir au bien-être général.

Déjà des plantes nouvelles, utiles, rares ou curieuses, ont été transplantées dans nos jardins ; le sorgho entre dans nos cultures, le riz lui-même paraît susceptible de donner de bons produits, et beaucoup d'autres végétaux semblent appelés à rendre d'utiles services. Mais ce n'est pas en confinant les échantillons dans les carrés d'un jardin d'expériences plus ou moins réelles que l'on peut parvenir au but ; c'est en multipliant les espèces et en distribuant les *sujets* sur divers points de l'empire, à la seule condition de les multiplier encore et de les répandre de proche en proche, que l'on peut arriver à quelque chose. Le succès ne peut pas sortir des *professeurs* en ce genre, et la science ne peut en rien remplacer l'agriculture pratique, lorsqu'il s'agit d'acclimater et de multiplier un végétal.

Quoi qu'il en soit, les séves sucrées présentent sur le *jus* des racines un avantage considérable ; elles doivent même être placées au-dessus du *vesou exprimé* des graminées saccharifères : en effet, la séve, découlant naturellement et sans violence des tissus qui la renferment, n'est à proprement parler que de l'eau sucrée à peu près pure, dont il ne reste qu'à retirer le sucre par une concentration méthodique.

Il est évident que, pour ces liquides naturels, la défécation est beaucoup moins nécessaire, et qu'elle consisterait tout au plus à saturer les acides libres, s'il en existait dans la liqueur, à l'aide du carbonate calcaire. Ajoutons que les séves sont presque incolores, et qu'une concentration à la vapeur ou au bain-marie, pratiquée avec un peu de soin, éviterait la coloration brune des sucres d'érable obtenus par le procédé sauvage des peuplades américaines.

Rien ne serait si facile, en Europe surtout, que de cuire la

séve de l'érable à la vapeur, car un petit générateur ou une locomobile pourrait se transporter partout où on le jugerait convenable. Ce mode serait applicable à l'Amérique, non pas entre les mains des sauvages, évidemment, mais par les colons des États du Nord, où la vapeur est bien connue, avec la plupart de ses applications.

Les séves sucrées peuvent être travaillées pour sucre brut sans l'emploi du noir d'os, et si cet agent décolorant devenait nécessaire, ce ne serait, en tout cas, que pour les opérations du raffinage. Or, ces sucres mieux préparés, avec plus de propreté surtout, peuvent parfaitement être consommés à l'état brut; leur saveur est très-douce et pure, sans aucune odeur désagréable.

Toutes les fois, au contraire, que l'on agit sur des jus sucrés obtenus par écrasement, par expression ou macération, l'abondance des matières solubles étrangères au sucre, la présence des parties ténues de substances insolubles qui s'y trouvent en suspension, obligent à la série des opérations qui constituent l'art de la sucrerie, et empêchent que l'on ait affaire à des procédés aussi simples et aussi élémentaires.

CHAPITRE VI.

EXTRACTION DU SUCRE DE BETTERAVE. — MÉTHODES ET APPAREILS USITÉS.

La sucrerie indigène, ou la fabrication du sucre de betterave, est l'un des éléments les plus importants de la prospérité publique ; reposant sur le progrès agricole et sur les besoins alimentaires d'une population incessamment croissante, liée à la production de la viande et du pain par le bétail, basée sur une culture améliorante, elle peut rendre aux sociétés modernes les plus grands services, tout en atteignant le plus haut point de prospérité et de gloire que jamais une industrie ait pu ambitionner.

Il ne lui manque pour cela que l'amour du progrès et du bien public, qui animait ceux qui l'ont créé. Du jour où elle sera au moral ce qu'elle doit être, elle sera forte et puissante, parce qu'elle sera appuyée sur tous et par tous, et qu'alors les règlements fiscaux n'auront plus de raison d'être.

Aujourd'hui, peut-être, les entraves administratives ne sont-elles que sévères ; alors elles seraient iniques, et l'iniquité n'a plus de racines vivaces sur le sol de l'ancien monde.

Faire du sucre est une spéculation, en Europe comme en Asie et en Amérique, soit !... Mais au moins tâchez de le bien faire, apprenez les détails de votre profession, ne vous détestez pas les uns les autres, ne soyez pas hostiles au bien général pour satisfaire vos petites passions personnelles.

Voilà ce qu'on pourrait dire à la sucrerie, aussi bien ici que dans les contrées tropicales où l'on traite la canne.

Avant de donner quelques détails sur la fabrication du sucre de betterave, dont nous avons déjà tracé les bases (liv. II, ch. I), nous pensons être utile au lecteur sérieux en reproduisant quelques-unes des anciennes opinions et quelques-uns des premiers procédés suivis à propos de la betterave.

On lit, dans le *Compte rendu* du ministre de l'intérieur sur la situation de l'empire français en 1811 et 1812 :

« **Industrie nouvelle.** — *Sucre de betterave.* — Dès cette année les manufactures de sucre, que l'on extrait de la betterave, nous donneront 7 millions de livres pesant de cette denrée ; elle est préparée dans 334 manufactures qui, presque toutes, sont actuellement en activité. Cette quantité peut être considérée comme la moitié au moins de nos besoins actuels ; mais on est parvenu à substituer au sucre, dans les usages domestiques, du sirop de raisin, dont plusieurs millions de livres ont été fabriqués, et des miels mieux purifiés, avec d'autant plus de facilité, que le goût le plus délicat peut à peine s'apercevoir de quelque changement. En supposant qu'un cinquième de la consommation demeure définitivement remplacé par ces substances, la France consommera 40 millions de livres de sucre de betterave, dont la valeur sera de 30 millions.

« On peut compter sur ces résultats pour 1814.

« Nos raffineries sont l'objet d'un produit de 10 millions, qui s'élèvera au moins à 20 millions.

« Avant la Révolution, la France tirait de ses colonies de grandes quantités de sucre qu'elle revendait au reste de l'Europe ; elle en gardait pour elle pour 21 millions : dans les six années qui ont commencé en 1802, nous avons reçu de l'étranger, année moyenne, pour 52 millions de sucre ; cette importation s'est trouvée réduite à 10 ou 11 millions dans les quatre années qui ont commencé en 1809. »

Tous les hommes d'initiative, capitalistes, agriculteurs et chercheurs, s'étaient mis résolûment à l'œuvre pour créer la nouvelle industrie, issue de la découverte de Margraff. Tous rivalisaient de zèle et de dévouement pour obtenir des résultats avantageux, et jamais peut-être, dans les siècles antérieurs, on n'avait vu une aussi noble lutte aussi vaillamment soutenue.

Presque tous s'empressaient de publier leurs découvertes, heureux qu'ils étaient de concourir au progrès et au bien général.

La Société d'encouragement pour l'industrie française enregistrait et faisait connaître tous les efforts, toutes les tentatives...

On trouve quelques détails curieux dans un mémoire adressé à la Société par M. Drapièz, pharmacien à Lille, le 20 février 1811. Nous en extrayons *in extenso* ce qui nous a paru devoir intéresser nos lecteurs.

M. Drapièz indique les résultats suivants de diverses expériences faites par lui sur les végétaux qui *lui* ont paru contenir le plus de matière sucrée ; nous citons textuellement :

« 100 parties de racines de *carotte,* desséchées et traitées par l'alcool, m'ont donné 14 parties de moscouade très-belle et d'une saveur très-agréable ;

« 100 parties de racines de *panais*, traitées de la même manière, ont rendu 12 parties et demie de moscouade moins agréable que la précédente ;

« 100 parties de *navet,* 9 parties de moscouade très-bonne ;

« 100 parties de *chervi*, 8 parties de bonne moscouade ;

« 100 parties de *réglisse* ont fourni avec difficulté 7 parties de moscouade, qui a constamment conservé le goût de l'extrait ; il en fut à peu près de même des racines du *froment rampant* (le *chiendent* des officines) ;

« 100 parties de ces dernières ont fourni 4 parties et demie de moscouade un peu moins désagréable que la précédente ;

« 100 parties de tiges de *maïs*, traitées comme les racines, n'ont produit que 5 parties de moscouade plus belle, mais non plus agréable que celle de la carotte ;

« 130 parties de suc de *bouleau* ont donné 1 partie de moscouade peu agréable.

« Toutes ces opérations sont, en général, beaucoup plus dispendieuses que celle qui a pour but l'extraction de la betterave ; elles sont aussi moins avantageuses, puisque, toutes circonstances égales, 100 parties de *betterave* ont produit 19 parties et demie de moscouade. »

Après avoir rappelé que Margraff fut le premier qui, dès 1758, annonça que le sucre existe *tout formé* dans la betterave, et qui indiqua des procédés pour son extraction, M. Drapièz constate que ce fait immense resta enseveli jusqu'à ce que, quarante ans plus tard, le chimiste Achard *le reproduisit avec toutes les prétentions de la nouveauté*...

Voici en quels termes M. Drapièz rend compte de la méthode et de la marche qu'il a suivies pour l'extraction du sucre de betterave :

« Vers la fin du mois d'octobre, je rassemblai toutes les betteraves blanches, jaunes ou rouges, que je pus recueillir dans les environs de Lille ; la quantité fut très-considérable, parce que les cultivateurs, qui ne comptaient point sur les regains

des prairies, en recueillirent de très-beaux, et les préférèrent aux racines pour la nourriture des bestiaux. Les betteraves, après avoir été émondées, furent coupées, à l'aide d'un appareil disposé à cet effet, par morceaux de la grosseur du pouce environ; elles furent portées ensuite au moulin, qui les réduisit en pulpe ou sorte de bouillie épaisse; cette pulpe fut enfermée dans des sacs de crin et placée entre deux madriers que serraient des coins enfoncés par un mouton adapté au mécanisme du moulin; soumise à une pression très-considérable, elle laissa écouler toute la partie liquide, qui se rendit dans un réservoir placé sous la presse.

« Au sortir des sacs, la matière était presque sèche et friable; elle avait perdu les 0,78 de son poids, et ne contenait plus qu'une infiniment petite portion de sucre, qui n'était point susceptible de couvrir les frais qu'aurait exigés sa séparation; aussi me suis-je contenté de déposer cette matière dans de grands réservoirs, et de l'y délayer avec une quantité d'eau suffisante pour lui faire éprouver la fermentation alcoolique.

« Le suc exprimé des betteraves fut immédiatement, et à mesure qu'il découlait, porté dans une chaudière très-évasée; là, par une première évaporation, on réduisit la liqueur à moitié de son volume, et pendant l'opération on ne jeta dans la chaudière que quelques morceaux de carbonate de chaux et de la poudre de charbon : le premier, pour neutraliser le peu d'acide qui se forme pendant la concentration des liqueurs; l'autre, pour leur enlever le goût aromatique, et les empêcher d'acquérir une trop grande intensité de coloration.

« Le suc ainsi évaporé fut filtré à travers une toile serrée qui recouvrait un panier d'osier, et distribué dans des réservoirs ou tonneaux défoncés d'un côté : par cette opération, on sépara toute la fécule grossière qui avait été entraînée par le liquide lors de l'expression. Quand la liqueur fut refroidie, on la traita avec l'acide sulfureux, au moyen d'un appareil particulier. L'acide sulfureux remplit plusieurs fonctions extrêmement importantes; il détruit la matière colorante; il coagule une partie des principes qui constituent le mucoso-sucré, et agit si puissamment sur la matière extractive, qu'il la rend insoluble et la précipite presque sur-le-champ. Il faut bien avoir soin, pendant tout le temps que dure le dégagement de l'acide sulfureux, d'agiter constamment, afin que toutes les

parties du liquide puissent se trouver en contact avec l'acide.

« Après quelques heures de repos, on renversa dans la chaudière le suc de betterave traité par l'acide sulfureux, et on procéda à une nouvelle évaporation, poussée comme la première jusqu'à réduction d'environ moitié du volume. Alors on projeta à plusieurs reprises de petites quantités de chaux éteinte à l'air, mêlée de carbonate de chaux réduit en poudre. Par ce moyen, on neutralisait et précipitait les acides qui se formaient pendant l'évaporation, ainsi qu'une petite portion d'acide sulfurique formée aux dépens de l'acide sulfureux qui pouvait se trouver en excès, et qui, rencontrant assez d'oxygène dans les corps environnants, devait nécessairement se saturer de ce principe et passer au *maximum* d'acidification.

« Quelquefois, la saturation des acides ne se trouvant point assez activée par la chaux, on avait recours aux cendres légèrement lessivées. Enfin, lorsque le suc fut suffisamment accourci, ce dont on s'assura par les procédés usités dans les raffineries de sucre de canne, on procéda à la clarification de la manière suivante :

« On abaissa tout à coup la température du liquide par l'addition, dans la chaudière, d'une certaine quantité de sirop froid provenant de l'égout de la moscouade d'une opération précédente, et l'on versa un seau de sang de bœuf, en agitant ou mouvant fortement le mélange avec une grande spatule de bois, que les ouvriers nomment *mouveron*. Après avoir bien remué pendant quelque temps, on laissa les écumes se former, et lorsqu'elles furent assez épaisses, on les enleva avec l'écumoire. Si l'on s'apercevait que la liqueur n'avait point jeté toutes ses écumes, on avait recours à de nouvelles additions de sang, jusqu'à ce qu'elle eût atteint le degré d'épuration requis. Alors on poussa la cuite autant qu'on le put, sans risquer de la brûler; puis on distribua la liqueur dans des cristallisoirs évasés, et on l'abandonna au repos dans l'étuve. Bientôt on vit se former à la surface une foule de petits cristaux que l'on sépara, de même que ceux qui se rassemblaient sur les parois des vases; chaque jour, on répéta la même manœuvre, tant que dura la précipitation cristalline. Une fois terminée, le résidu ne présentait plus qu'une solution mucilagineuse, épaisse, gluante et peu sucrée, dont on ne pouvait

tirer d'autre parti que de la soumettre aux fermentations alcoolique ou acéteuse.

« Les cristaux que l'on avait séparés du mucoos-sucré ont été dissous dans leur poids d'eau, et soumis à une nouvelle clarification. En cet état, la dissolution, parfaitement claire et transparente, constituait le véritable sirop; il avait une couleur ambrée tirant même sur le marron, une saveur fraîche et agréable, ne retenant presque rien de celle de la racine qui avait produit le suc : tel qu'il était, il pouvait servir à la plupart des usages domestiques sans blesser le goût des personnes même les plus sévères. C'est de ce sirop, suffisamment accourci, que l'on a pu obtenir une bonne moscouade. Des caisses de chêne avaient été disposées à cet effet; elles étaient doubles : la supérieure, plus grande, avait son fond incliné de 15° à 18° et percé de plusieurs trous à sa base. Cette première caisse s'emboîtait dans une seconde, beaucoup plus basse et plus soigneusement travaillée. On distribua le sirop dans les caisses supérieures, dont on avait auparavant bouché tous les trous avec des chevilles que l'on pouvait facilement enlever. Ce sirop, en se refroidissant, déposa de petits cristaux sur toutes les parois; il s'en forma également une croûte à la surface; on brisa cette croûte, et on détacha tous les cristaux à mesure qu'ils se formèrent. On réitéra cette manipulation jusqu'à ce que tout le sirop ne présentât plus qu'une masse humide; on enleva les chevilles, et la matière sirupeuse incristallisable fut reçue dans la caisse inférieure. Dix jours de purgation ont suffi pour dessécher la moscouade, au point de pouvoir la tirer des caisses et l'étendre sur des claies recouvertes de toiles serrées; exposée à l'air, elle s'y sécha très-promptement. Elle était d'un très-beau grain, d'un gris blanc tirant sur le blond : elle avait presque entièrement perdu le goût de betterave.

« La moscouade, portée dans une chaudière au raffinage, fut dissoute par une suffisante quantité d'eau de chaux affaiblie. A la première ébullition, on enleva soigneusement l'écume; on ajouta alors un seau d'eau chargée d'alumine ou blancs d'œufs, afin de rendre la clarification complète; on enleva les nouvelles écumes qui se produisaient, et lorsque l'on n'en aperçut plus, on filtra à travers un blanchet. Après la filtration, on procéda à la cuite en agitant continuellement le sirop, pour éviter qu'il ne brûle, ou qu'en se boursouflant il

ne passe les bords de la chaudière. La cuite achevée, on laissa refroidir le sirop; on le distribua de nouveau dans les caisses dont il est déjà parlé ; on suivit exactement la même manœuvre, à l'exception que, lorsque la masse cristalline fut égouttée, au lieu de la retirer des caisses, on en recouvrit la surface d'une couche d'argile blanche, délayée avec assez d'eau pour prendre la consistance d'une bouillie épaisse.

« Peu à peu, l'eau que l'on avait employée au délaiement de l'argile, obéissant à son propre poids, traversa les petits cristaux de sucre, et emmena avec elle, par les trous de la caisse, la matière sirupeuse restée adhérente à la surface de ces cristaux. Quelques jours après que l'argile se fut dépouillée de son eau, on l'enleva de la surface du sucre, puis on culbuta les caisses afin d'en retirer la masse, que l'on porta à l'étuve pour achever la dessiccation. Le sucre, ou plutôt cette cassonade, était d'un blanc mat tirant légèrement sur le fauve, d'une saveur très-agréable et d'une qualité peu différente de celle qu'on nomme vulgairement *sucre bâtard;* seulement, il avait moins de consistance et s'égrenait par la plus faible pression.

« Pour raffiner ce sucre autant qu'il pouvait l'être et lui donner l'aspect du sucre royal ou de Hollande, on le fit dissoudre dans une eau chargée de blancs d'œufs et d'une très-petite quantité de chaux ; on fit bouillir légèrement ce sirop, on l'écuma, puis on filtra à travers un blanchet. On répéta cette opération trois fois; enfin, on poussa la cuite, et on distribua le sirop dans les formes (vases de terre coniques généralement connus). Après que le sirop se fut concrété, on déboucha la pointe des formes, et le sirop non cristallisé égoutta dans les pots ; l'égout terminé, on gratta la surface, que l'on recouvrit d'une couche très-mince de sucre en poudre, puis on procéda à un nouveau terrage, que l'on prolongea longtemps, en humectant la terre à mesure que l'eau s'en séparait. Au bout de vingt-quatre jours, on laissa sécher ; lorsque les pains furent presque blancs, on les tira des moules, puis on les porta à l'étuve pour y parfaire la dessiccation.

« Telles sont les opérations qui m'ont paru les plus favorables et les plus avantageuses pour l'extraction du sucre de la betterave. Faisons maintenant un compte exact des dépenses sur une quantité donnée; par exemple, 50,000 kilogrammes

de betteraves. Quoique l'opération ait été faite sur une quantité beaucoup plus grande, il sera facile d'évaluer sur celle-ci la somme totale des dépenses.

1° *Sirop clarifié et concentré.*

Achat de 50,000 kilogrammes de betteraves..............	632 00	Produit, 1,649 kilogrammes de sirop, lesquels, à raison de 1 fr. 16 c. ci........................	1,912 84
Salaire d'ouvriers, location d'usine, frais d'opérations, achat de combustible.	1,281 00		
	1,913 00		

2° *Moscouade.*

Salaire d'ouvriers, location d'appareils, frais d'opérations, consommation de combustible..............	259 80	Produit, 1,238 kilogrammes de moscouade, lesquels, à raison de 1 fr. 75 c. 1/2...........	2,172 69
	2,172 80		

3° *Cassonade blanche.*

Salaire d'ouvriers, frais d'opérations, consommation de combustible..	228 38	Produit, 743 kilogrammes de cassonade, lesquels, à raison de 3 fr. 23 c. 1/4.....................	2,401 75
	2,401 18		

4° *Sucre raffiné.*

Salaire d'ouvriers, location de formes, frais d'opérations, consommation de combustible..............	269 35	Produit, 661 kilogrammes de sucre raffiné, lesquels, à raison de 4 fr. 4 c. ci.....................	2,670 44
	2,670 53		

« Le produit du sirop de l'égout des différents raffinages a été réuni au sirop de l'opération n° 1, et fait partie des 1,649 kilogrammes.

« Quant aux écumes, elles ont été jetées dans les marcs de betteraves en fermentation, ainsi que le mucoso-sucré et autres matières hétérogènes liquides, dont on avait séparé en premier lieu tous les cristaux de sucre. La distillation de ces matières fermentées a produit beaucoup d'alcool, mais d'un goût extrêmement désagréable : il n'a pu servir qu'à la préparation des vernis. Comme dans la distillation l'on n'a point

apporté de grandes précautions à recueillir tous les produits, il en résulte que l'on n'a pu en constater exactement la quantité ; néanmoins, elle a suffi pour dédommager des frais, et procurer même un léger bénéfice.

« Le procédé que je viens de décrire est loin d'être parfait : je ne le regarde, au contraire, que comme une ébauche susceptible de grands perfectionnements, que nous devrons à une pratique constante et éclairée ; ils diminueront infailliblement les frais d'opérations que, dans mes calculs, j'ai dû exagérer peut-être, ne voulant point induire en erreur ceux que les avantages de cette fabrication détermineraient à l'entreprendre : dès lors la valeur des produits baissera, et en peu de temps les sucres indigènes pourront avoir un cours fixe. Déjà ce procédé présente quelques avantages sur ceux employés jusqu'à ce jour, en ce qu'il économise une grande main-d'œuvre ; et l'on ne peut se dissimuler que c'est là le point essentiel dans de grands établissements, où l'on a d'abord proposé de râper les betteraves à la main. On sent bien que cette méthode est impraticable en grand : elle n'a pu être appliquée qu'aux essais, ensuite on s'est servi du moulin à râpe ; l'application était longue, dispendieuse et peu facile. Le moulin dont je me suis servi râpe et broie tout à la fois : les racines ne font qu'y passer, et elles sont réduites en pulpe très-fine ; en outre, le même moteur est appliqué aux trois machines principales, le moulin, le coupoir et la presse. Au moyen de cette réunion, trois ouvriers ont fait en cinq jours ce que douze n'eussent pas fait en un mois, si j'eusse employé les moyens proposés d'abord.

« Il ne reste donc plus aucun doute sur les avantages résultant de l'extraction du sucre de la betterave ; ils sont infiniment supérieurs à ceux que présente la conversion du moût de raisin en sirop ou en sucre, puisque ce dernier le lui cède de près de moitié en qualités sucrantes, et qu'il n'a pu encore être amené, comme le sucre de la betterave, à la forme cristalline, à l'aspect, à la saveur du sucre de canne raffiné. Mais de nombreuses difficultés s'opposeront à l'établissement des grandes fabriques : notre sol fournira-t-il assez de betteraves pour les alimenter sans que les autres cultures en souffrent, sans que les intérêts du cultivateur en soient froissés? Car sa prospérité dépend d'un alternement bien entendu dans toutes

les cultures. En admettant la supposition que la quantité de betteraves soit suffisante, et que leur prix reste convenable, le spéculateur sage pourra-t-il se permettre de penser que les circonstances actuelles se prolongeront assez pour que les frais considérables d'établissement soient couverts par les bénéfices de fabrication, jusqu'à ce qu'un événement après lequel chacun soupire, en ramenant le bonheur et la tranquillité, rétablisse le prix des sucres exotiques comme il doit être dans le calme des affaires, dans la sécurité des États, et dont les sucres indigènes ne peuvent encore soutenir la concurrence? Il est à craindre que ces réflexions ne fassent échouer d'avance les tentatives des hommes les plus dévoués à l'entreprise, et les encouragements décernés par une réunion célèbre, quelque magnifiques qu'ils soient, resteront sans effet. Je pense qu'il n'appartient qu'au héros qui règle les destinées de notre vaste empire d'aplanir toutes ces difficultés : qu'il accorde aux cultivateurs des primes qui assureront une ample récolte de betteraves; qu'il crée des manufactures impériales dont il confiera la libre direction à de savants manipulateurs, sous la seule condition qu'à des époques indiquées il sortira de leur fabrique une quantité déterminée de sucre, qui leur sera payée à un taux fixé par une délibération spéciale; qu'il établisse une école pratique de perfectionnement, où des élèves, sous un maître habile et d'une grande réputation, se formeront dans l'art d'extraire le sucre de nos végétaux; que surtout il charge le professeur de cette école de rédiger une instruction claire, bien détaillée, des opérations délicates de cet art nouveau, afin qu'elles deviennent familières aux hommes les moins versés dans la chimie pratique : alors nous pourrons concevoir l'espérance de nous passer du sucre des colonies, au moins en temps de guerre, et peut-être qu'à force de réitérer, de varier les opérations, nous les amènerons à un degré de perfectionnement tel, que, même dans les temps ordinaires, les fabriques de sucre indigène trouveront encore des avantages qui en soutiendront l'établissement. *Ce bienfait*, en ajoutant un rayon à la gloire du prince, *affranchit la patrie d'un tribut affligeant.* »

Nous avons déjà dit quelques mots au sujet du procédé suivi par M. Drapièz pour l'*extraction* du jus de betterave. Voici encore quelques détails à ce sujet.

Après avoir fait débarrasser les betteraves du collet et des radicules, M. Drapièz les faisait jeter dans une auge, où elles étaient divisées en morceaux de la grosseur de $0^m,027$, à l'aide de quinze pilons armés de couteaux à double tranchant, qui étaient soulevés et abaissés alternativement, au moyen d'un arbre tournant garni de cames.

A mesure que les betteraves étaient ainsi coupées, on les jetait par un couloir dans une trémie, d'où elles passaient sur un moulin composé d'une noix cylindrique garnie de dents de fer et tournant dans une auge circulaire, armée intérieurement de dents correspondant aux précédentes. Ce moulin, qui avait beaucoup d'analogie avec ceux employés pour la pulvérisation du café, faisait l'office de râpe, opérait le déchirement des betteraves et les réduisait en pulpe.

Cette pulpe, recueillie dans un cuvier, était enfermée dans des sacs de crin qu'on plaçait entre des madriers mobiles, serrés par des coins qui étaient enfoncés à l'aide de moutons élevés par un cylindre garni de cames. Ces sacs éprouvaient une compression latérale tellement forte que, suivant M. Drapièz, tout le suc qui découlait dans un réservoir placé sous la presse était exprimé de la pulpe, et qu'il ne restait dans les sacs qu'une matière presque sèche et friable.

Cette presse à coins était semblable à celle usitée dans le nord de la France pour l'expression des graines oléagineuses, et l'ensemble du mécanisme était mû par un manége.

Remarquons, en outre, que M. Drapièz a conseillé et pratique le mutisme des moûts de betteraves par l'acide sulfureux et le sulfite de chaux, d'après les idées émises par Proust, en sorte que MM. Melsens et Dubrunfaut sont loin d'avoir inventé la méthode du mutisme.

Méthode de Lampadius. — Comme chacun le sait aujourd'hui, c'est à l'Allemagne que l'Europe doit l'industrie de la sucrerie indigène, et bien que les savants et les industriels des autres pays aient depuis contribué à établir et perfectionner l'art nouveau, il n'en est pas moins vrai que la Prusse et même l'Autriche furent, pendant plusieurs années, à la tête des nations européennes pour cette fabrication.

Dès 1810, une fabrique d'Augsbourg livrait à la consommation plus de 10,000 kilogrammes de sucre brut de bette-

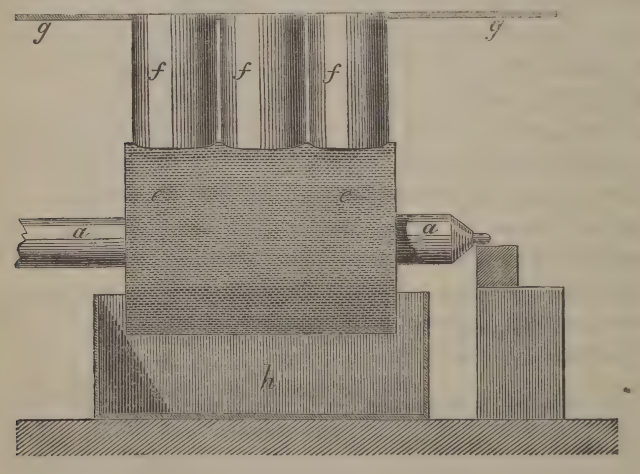
raves, et, à la même époque, Lampadius dirigeait l'établissement fondé à Bottendorf, en Saxe, sur des principes que ne désavouerait pas aujourd'hui l'économie agricole.

Voici les procédés suivis à cette époque sous la direction du professeur de Freyberg, et dont nous empruntons le détail au *Bulletin de la Société d'encouragement* (juin 1811).

1° On commence par choisir les betteraves qui paraissent contenir le plus de matière sucrée. *La quantité de cette matière varie suivant le climat, la nature du sol et l'espèce de betteraves, depuis 1 jusqu'à 4 pour 100 et au-dessus*[1]. Un terrain sablonneux et argileux, et une saison médiocrement humide, sont très-favorables à ce végétal, dont la récolte doit se faire avant la fin de février.

2° *Tous les déchets, tels que le collet, les radicules et les feuilles, doivent être employés pour la nourriture et l'engrais des bestiaux ; c'est pourquoi il convient de réunir une exploitation rurale à une fabrique de sucre de betteraves.*

3° Les betteraves, après avoir été lavées, sont portées dans

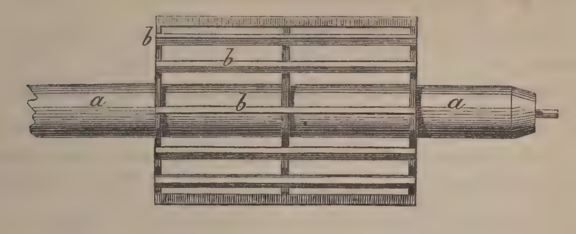


(Fig. 58.)

un moulin qui les réduit en pulpe. Ce moulin (fig. 58) est composé d'un arbre tournant *aa*, mû par une roue à aubes, por-

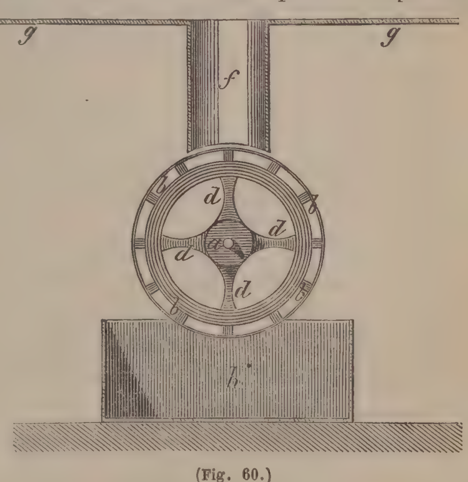
[1] On voit qu'à cette époque l'étude attentive des variétés de la betterave n'avait pas encore été faite, et que l'on ne connaissait pas nos belles variétés, dont la richesse saccharine peut s'élever de 8 à 14 pour 100.

tant un tambour en bois formé de forts liteaux *bb* (fig. 59 et 60) fixés sur les cercles, lesquels sont à leur tour maintenus par



(Fig. 59.)

les croisillons *ddd* engagés dans l'arbre tournant *a* (fig. 60). Ce tambour en bois est entouré d'une forte plaque en fer-blanc *ee* (fig. 58) percée de trous et faisant par ses aspérités l'effet d'une râpe cylindrique et creuse. Les betteraves sont jetées dans les trémies creuses *fff* (fig. 58 et 60), où elles sont pressées par des couvercles chargés de poids. On conçoit que le mouvement de la râpe opère leur déchirement et les réduit ainsi aisément en pulpe. Le suc est recueilli dans une grande caisse *hh* placée au-dessous. Cette machine peut débiter 4,500 à 4,750 kilogrammes par jour.



(Fig. 60.)

4° La pulpe retirée de la caisse est placée entre des tissus de crin et fortement comprimée à l'aide d'un grand pressoir.

5° Le résidu est promptement séché dans un séchoir à drêche ; en ajoutant à chaque livre (489 grammes) de ce résidu 1 gros (3^{gr},824) d'huile d'olive, on peut en former une boisson qui a quelque analogie avec le café ; cette denrée est assez recherchée : *on la vend* 50 *centimes la livre.*

6° On fait bouillir le plus promptement possible, dans des chaudières de cuivre, le suc exprimé ; à 600 livres (293k,70) de suc on ajoute, après le refroidissement, 3/4 *de livre* (367 grammes) *de chaux éteinte* et 2 pintes (1lit,86) de lait. On écume soigneusement pendant l'ébullition, et on verse ensuite le liquide dans de grandes caisses de bois, où il se clarifie.

7° Après vingt-quatre ou quarante-huit heures de repos, on en retire environ les deux tiers parfaitement clairs ; on laisse concentrer cette quantité à une chaleur de 60° du thermomètre de Réaumur, jusqu'à consistance de sirop, en agitant continuellement et avec soin.

8° Ce sirop, versé dans de grands vases de fer-blanc peu profonds, est placé dans des étuves chauffées à 30° ; les cristaux se forment au bout de six à huit jours.

9° La moscouade étant assez difficile à séparer du sirop, qui y est très-adhérent, on la met entre des tissus de crin préalablement humectés, et on lui fait subir une pression modérée. Cette opération étant répétée plusieurs fois, il reste une moscouade brune, grenue et d'une saveur peu agréable ; le sirop très-épais qui résulte de l'expression n'est pas propre à être livré au commerce.

10° Le raffinage se fait assez bien à la manière ordinaire ; cependant on a remarqué qu'on obtenait de bons effets en ajoutant à la dissolution un peu de lait qu'on fait préalablement cailler en y mêlant quelques cuillerées de vinaigre.

11° On fait bouilir le tiers du suc de betteraves restant du n° 6, jusqu'à consistance de sirop, avec celui exprimé n° 9.

12° On fait passer ce sirop à la fermentation en y mêlant de l'eau chaude et de la levûre de bière ; *mais on pourrait aussi bien se servir avec avantage des levûres produites par le suc de betteraves* [1].

13° Le sirop fermenté est distillé deux fois, jusqu'à ce qu'il ait acquis la force du *rack;* on le met ensuite digérer dans un tonneau, en ajoutant par pinte (0lit,931) 1/2 once (15gr,295) de riz pulvérisé et autant de poussière de charbon. Après quelques semaines, on soutire cet esprit, on y mêle par

[1] Cette possibilité de se passer de levûre de bière constitue une des prétendues *découvertes modernes* qui ont fait le plus de fracas depuis quelques années.

pinte 1 gros de vinaigre distillé et on le colore avec du caramel. Cette liqueur est parfaitement égale en qualité au rack; on en a vendu quelques milliers de bouteilles.

Observation. — Lampadius réunissait déjà l'idée agricole à l'idée industrielle. Il n'employait que 1 gramme 1/2 de chaux *éteinte* par litre de jus, quantité qui est fort éloignée de celle dont on se sert aujourd'hui.

Méthodes et procédés de M. Ch. Derosne. — M. Derosne commença par des essais en petit, sur quelques centaines de kilogrammes de betteraves; il put cependant présenter un pain de sucre pour échantillon à la Société d'encouragement, et le 3 avril 1811, M. Descostils rendait compte des procédés communiqués par cet habile pharmacien, dans un rapport intéressant, où nous pouvons puiser d'utiles renseignements et découvrir notamment l'origine de la *défécation par la chaux*, et du *procédé* dit *par l'alcool*, au sujet duquel bien des gens s'agitent aujourd'hui.

Nous en extrayons la partie la plus importante :

« Le procédé de M. Derosne repose sur trois points principaux : 1° l'emploi de la chaux caustique ; 2° celui de l'alun; 3° enfin l'*usage de l'alcool*... Les moyens mécaniques employés ne sont pas applicables en grand... Ils n'ont donné en suc que les 63 centièmes du poids des betteraves : le liquide marquait à l'aréomètre 8° 1/2.

« Pour chaque litre de liqueur, M. Derosne prescrit d'ajouter 2gr,4 ou 24 décigrammes de chaux vive [1], que l'on a réduite en poudre par le moyen d'une petite quantité d'eau, et qu'il sait ne contenir dans cet état que les deux tiers de son poids de chaux caustique sèche. Il faut délayer la quantité de chaux nécessaire dans un volume d'eau suffisant pour en faire un lait un peu épais. Après le mélange, on fait bouillir le suc et l'on sépare les écumes à mesure qu'elles se forment ; on laisse ensuite déposer la liqueur, que l'on décante lorsqu'elle est claire. Le dépôt est jeté sur une chausse.

« Le suc décanté est divisé en *petites portions que l'on fait évaporer séparément* à un feu vif, jusqu'à ce que la liqueur marque 30° à l'aréomètre. A ce point, on clarifie avec le sang de bœuf et un peu d'alun. Le sirop clarifié doit être ensuite

[1] 2k,400 par 100 litres.

évaporé jusqu'à 38°, à une chaleur très-ménagée : on le fait alors cristalliser dans une étuve.

« Pour séparer le sucre d'avec le sirop, on emploie l'action de la presse, et l'on obtient une moscouade d'un très-bon grain.

« Pour la raffiner, M. Derosne a essayé deux méthodes.

« Une portion de moscouade fut traitée avec le vingtième de son poids d'eau et soumise ensuite à la presse ; il en sortit un sirop très-noir ; le sucre resté sur la toile était encore très-humide, et paraissait par cette raison avoir peu gagné en couleur.

« Sur l'autre portion de moscouade on versa le dixième de son poids d'alcool du commerce à 34° (86°,2). Après l'expression, le sucre se trouva beaucoup plus beau et plus sec que le précédent. La portion traitée à l'eau avait diminué de près d'un quart de son poids ; celle qui avait été traitée par l'alcool n'avait perdu qu'un septième.

« Les deux qualités de sucre ayant été mêlées, M. Derosne essaya de les clarifier au blanc d'œuf ; mais il ne put y réussir. Présumant que le défaut de clarification provenait d'un excès de chaux, il ajouta au sirop une dissolution d'alun, qui produisit aussitôt un effet merveilleux, pour nous servir de son expression. Non-seulement la liqueur s'éclaircit, mais elle perdit considérablement de sa couleur, et, ce qui est plus important encore, un mauvais goût qu'elle avait auparavant disparut immédiatement. Il en résulta un sirop que le meilleur dégustateur aurait prononcé être fait avec le sucre de canne ; ce sirop, ayant été cuit en consistance convenable pour fournir un pain, a été versé dans une forme, et l'on a remplacé le terrage par l'alcool...

« M. Derosne ne reconnaît à la chaux et à l'alun d'autre effet que de précipiter les matières colorantes et extractives avec lesquelles les substances terreuses se combinent. Hermstaedt regarde la chaux comme la seule substance essentielle pour obtenir le sucre et il rejette l'alun ; mais il est possible que dans certaines circonstances ce dernier sel soit inutile, et que dans d'autres il soit nécessaire ; peut-être aussi l'avait-on prescrit à trop fortes doses en Allemagne.

« L'opinion de M. Derosne sur l'effet de la chaux mérite la plus grande attention ; car, si elle est exacte, il en résulte que l'emploi du carbonate calcaire (craie) est parfaitement inutile.

« L'*usage de l'alcool* pour dépurer les moscouades et remplacer le terrage *est un procédé nouveau*[1]. M. Derosne le croit très-praticable... »

Observations. — Il est remarquable que, quarante-huit ans après ce document, on ait voulu *ressusciter comme une nouveauté* l'emploi de l'alcool en sucrerie. Nous en avons parlé.

Moins d'une année plus tard, le 8 janvier 1812, M. Ch. Derosne lut à la Société une notice dans laquelle, après diverses réclamations relatives à l'emploi de la chaux, il indique quelques modifications faites par lui à son procédé.

Laissons de côté les réclamations de priorité et arrivons aux changements opérés dans la méthode que nous avons exposée tout à l'heure.

M. Derosne, abandonnant l'emploi de l'alun, et même rejetant son procédé antérieur, déclare qu'il le croit inférieur au procédé d'Achard, malgré les préventions qu'il avait d'abord contre l'acide sulfurique ;

Il ajoute « que l'emploi de cet acide, quoique paraissant contraire aux principes chimiques, est encore celui qui donne le suc le plus incolore, le mieux dépuré ; que ce suc a une saveur plus agréable que celui qui a été préparé par la chaux, et qu'il fournit, après son évaporation, le sirop le plus beau et cristallisant le mieux ; que, pour l'économie, il ne le cède en rien à celui préparé par la chaux ; que l'opération pour le préparer est certaine, n'est sujette à aucun accident, et que l'ouvrier le moins intelligent peut l'exécuter au bout de vingt-quatre heures. »

M. Derosne assimile l'effet de l'acide sulfurique à celui de la chaux, et pense que cet acide rend *concrètes* les substances muqueuses, extractives et colorantes, sur lesquelles la chaux a à peu près la même action.

Il indique ensuite le procédé d'Achard tel qu'il l'a exécuté, et lui réussit dans sa fabrique.

« Voici les proportions :

Acide sulfurique concentré à 66°.....	2k,650
Craie en poudre....................	5 300
Chaux vive........................	1 600
Lait écrémé et commençant à s'aigrir.	14 litres.
Suc de betteraves..................	1000 kilogrammes.

[1] En 1811.

« Voici la manière de procéder :

« Aussitôt que le suc est exprimé, on le verse dans de grandes jarres de terre ou des tonneaux doublés de plomb, et l'on y ajoute de suite l'acide, qu'on a préalablement étendu d'eau dans la proportion de deux parties d'eau pour une d'acide. On laisse reposer ce mélange l'espace de vingt-quatre heures ; pendant ce temps, l'acide agit sur certains principes acides du suc, et il se précipite des matières floconneuses surnagées par un liquide parfaitement limpide et presque incolore. Au bout de vingt-quatre heures, on mèle de nouveau le dépôt et le suc acidifié limpide, et on le verse dans des chaudières, sur le fond desquelles on a dû étendre la craie en poudre. On agite le suc au fur et à mesure qu'on le verse, et aussitôt après, on y ajoute un lait de chaux clair, formé avec la quantité désignée.

« On fait chauffer légèrement jusqu'à 20° environ, et l'on ajoute le lait écrémé, qu'on mêle exactement avec un mouveron. On fait chauffer la chaudière, et lorsqu'on voit que l'écume commence à être percée par le bouillon, on cesse le feu ; on laisse refroidir pendant deux ou trois heures (un plus long intervalle pourrait compromettre le succès de l'opération), et l'on décante aussitôt avec un siphon, qui ne doit plonger que jusqu'à l'endroit où le dépôt commence à paraître.

« On fait passer le suc à travers une étoffe de laine ; il passe en un instant et coule parfaitement limpide et presque incolore. On verse le dépôt sur cette même étoffe, et le suc qui y est encore mêlé filtre avec une facilité étonnante. Ce dépôt forme une masse noire, qui se resserre sur elle-même et n'adhère presque pas à la laine.

« Le suc ainsi filtré est versé dans des chaudières disposées de manière qu'un seul foyer central en chauffe trois, et que le courant d'air éprouve des obstacles avant de se rendre dans les deux cheminées des extrémités.

« La chaudière du milieu reçoit toute la violence du feu, et donne une évaporation aussi abondante que rapide. Aussitôt que le suc bouillant marque 18° à 20°, ce qui correspond à 23° ou 25° froid, on le fait passer dans les chaudières latérales, où il continue lentement d'évaporer, jusqu'à ce qu'il marque 33° chaud à + 60° ou + 70°; alors, on le retire trouble

et chargé de sulfate de chaux ; on le verse dans des pots de terre ou de grès. Au bout de quelques jours, le dépôt est formé, et l'on peut décanter le sirop clair et le mettre dans des plats à l'étuve. »

M. Derosne fait observer que ses chaudières n'ont pas plus de 81 millimètres de profondeur, et ne sont jamais pleines au-delà de 68 millimètres... « Le suc ne reste pas plus d'une heure et demie dans les chaudières du milieu, et une fois dans les chaudières latérales, il n'a plus rien à craindre du feu. Cette évaporation prompte est très-importante ; car, moins le suc reste exposé à l'action vive du calorique, plus le sirop est parfait.

« Une autre précaution à prendre est de ne point laisser le suc de betteraves séjourner dans des vaisseaux de bois, même quelques heures. Quant aux chaudières qu'Achard recommande de chauffer à la vapeur, M. Derosne a reconnu qu'en prenant les précautions qu'il indique, on n'a rien à craindre. Il a observé que le sirop ne commence à s'altérer à feu nu que *lorsqu'il reste longtemps exposé à son action, et surtout lorsqu'il est parvenu à un certain degré de concentration*. Il pense que la marche de son opération et la forme de ses chaudières le mettent à l'abri de tout accident... »

Le 22 janvier suivant, M. Descostils rendit compte d'une expérimentation de cette méthode, faite dans la fabrique de M. Ch. Derosne, sous les yeux d'une Commission. L'expérience avait réussi aussi complétement qu'on pouvait le désirer, mais le rapporteur se borne à l'énoncé du fait, sans chercher à établir de préférence à accorder à l'une quelconque des méthodes, par la simple raison que *le Comité n'est pas chargé de les comparer* et qu'au surplus il manque des données nécessaires.

Infatigable chercheur, et plein de zèle pour la nouvelle industrie, M. Ch. Derosne communique, dans le même mois de janvier 1812, un procédé pour obtenir la prompte cristallisation du sucre de betteraves... « Il était important, dit-il, de trouver un procédé au moyen duquel on pût se passer de l'étuvage, opération très-longue et embarrassante, et opérer en très-peu de temps la séparation du sucre brut des mélasses...»

Le procédé qu'il indique est la suite de celui d'Achard relaté plus haut.

« Lorsque les sirops seront bien clairs, au lieu de les exposer à l'étuve, on les fera évaporer, soit au bain de vapeur, soit à feu nu, mais alors à une chaleur parfaitement ménagée. On aura soin de les mettre, par couches peu épaisses, sur des vases évaporatoires qui présentent beaucoup de surface. On aidera la concentration du sirop en le remuant de temps en temps, et en l'exposant à un courant d'air rapide. Bientôt il cristallisera, mais d'une manière très-confuse, et il présentera l'aspect d'une pâte grenue. Si le sirop était d'une qualité inférieure, il faudrait, lorsque sa consistance devient épaisse, y ajouter une petite quantité de sucre brut ou moscouade de betterave, la bien mêler avec le sirop, et laisser ensuite ce mélange pendant quelques heures à une chaleur d'environ 60° Réaumur (+ 75 degrés centigrades), sans l'agiter.

« Cette addition d'une moscouade, qui ne doit plus trouver assez de liquide pour être fondue, déterminera la cristallisation du sucre contenu dans le sirop. Alors on continuera d'évaporer pour obtenir la matière pâteuse grenue dont on vient de parler. Lorsque cette matière sera parvenue à la consistance convenable, ce qu'il est très-difficile de bien déterminer, et encore plus de bien décrire, on mettra cette pâte cristallisée dans un bain-marie, et on la fera chauffer dans la vapeur jusqu'à ce que le thermomètre, plongé dans cette matière liquéfiée, indique environ 80° Réaumur (= 100 degrés centigrades). Le sirop prendra alors plus de fluidité, mais contiendra encore du sucre non fondu. On le maintiendra pendant quelques heures à cette température, qu'on laissera tomber à environ 72° à 75° (+ 90 à + 94 degrés centigrades).

« Les cristaux qui seront restés détermineront promptement la cristallisation d'une nouvelle quantité de sucre. Lorsqu'on se sera assuré que cette cristallisation s'opère bien, la matière chaude sera versée dans de grandes formes ou caisses de bois, qu'on maintiendra à *une température telle, que le refroidissement ne puisse avoir lieu qu'insensiblement*.

« Le degré de chaleur qui sera ainsi maintenu, en diminuant la viscosité de la partie non cristallisable, accélérera la formation du sucre en cristaux assez gros pour permettre l'écoulement de la mélasse.

« Pour décolorer promptement cette moscouade, sans en fondre une partie, comme cela a lieu dans les opérations du

terrage, on pourra employer un moyen très-simple et analogue à celui dont on se sert dans les raffineries pour purifier le salpêtre [1].

« *Ce sera de verser sur ce sucre ou moscouade une certaine quantité de sirop de betterave aussi peu coloré que possible, et évaporé seulement au degré auquel il peut commencer à cristalliser*, c'est-à-dire à 36° de l'aréomètre de Baumé, le sirop étant froid. L'emploi du charbon pourra être très-utile pour préparer des sirops de betterave peu colorés.

« *Ce sirop, déjà saturé, n'attaquera pas le sucre cristallisé*, et, en se mêlant avec la mélasse, se liquéfiera et décolorera le sucre qu'elle salissait. Plus le sirop qu'on emploiera sera décoloré, plus le sucre brut sera beau ; et pour lui donner un degré de sécheresse convenable, il suffira de le laver avec une très-petite quantité d'alcool.

« Lorsque le sucre brut de betterave sera de bonne qualité, *ce procédé remplacera avantageusement le terrage*.

« Lorsqu'au contraire le sirop sera pauvre en sucre cristallisable (ce qui sera le cas le plus général), et qu'après la cuisson et la cristallisation il formera une masse de laquelle la mélasse ne pourrait que très-difficilement ou même pas du tout se séparer, on pourra tout simplement mêler la moscouade avec le sirop décoloré, laisser ce mélange en digestion pendant quelques heures, le mettre ensuite dans une toile et l'exprimer au moyen de la presse.

« La séparation de la mélasse se fera en raison de la fluidité produite par le sirop incolore employé ; ce qu'on retirera de la presse pourra ensuite être complétement dépouillé de sirop au moyen d'une petite quantité d'alcool.

« On voit donc que, pour bien réussir, *l'objet important est d'employer des sirops peu colorés*, ce qu'on ne pourra obtenir que par une évaporation très-ménagée et opérée sur de petites masses de sirop présentant beaucoup de surface, et clarifiées au moyen du charbon. C'est dans ce cas que l'évaporation préliminaire du sucre de betterave, au moyen d'une étuve très-fortement chauffée par un courant d'air rapide, pourrait être très-utile pour se procurer des sirops peu colorés.

« Les sirops mêlés de mélasse, qu'on obtient par ce moyen,

[1] Origine et principe du *clairçage* ???

peuvent être mis à l'étuve pour cristalliser ; car il ne serait pas prudent de vouloir les faire cristalliser immédiatement. La nouvelle quantité de mélasse qu'ils contiennent rendrait cette opération très-difficile et d'une réussite incertaine. »

Dans un mémoire lu à la Société d'encouragement, le 30 septembre 1812, M. Ch. Derosne dit qu'il est préférable de déféquer les sirops de betterave par la chaux, lorsque les racines ont été *très-fumées;* dans le cas contraire, il préfère le procédé d'Achard. On voit par cette observation que, dès cette époque, les observateurs avaient compris l'inconvénient des fortes fumures, qui développent une production exagérée des matières albumineuses et autres substances azotées. M. Ch. Derosne en conclut fort judicieusement la nécessité de traiter, dans ce cas, le jus par la chaux. Cet agent est, en effet, celui qui précipite les matières albumineuses le plus complétement et de la manière la plus économique. Les auteurs et les praticiens de nos jours n'ont pas fait faire un pas à la question.

On pourrait même dire, à la rigueur, que plusieurs ont cherché à la faire rétrograder par la publication de théories systématiques sur les engrais. Nous ne pouvons que répéter ici le conseil de ne jamais employer, pour la fumure des plantes saccharifères, aucun engrais fortement azoté, et ce conseil, puisé dans la raison et l'observation des faits, découle encore des constatations faites par les premiers fabricants de sucre indigène, et notamment de celles de M. Derosne, qui apportait dans son travail un soin et une attention trop rares aujourd'hui.

Il conseille également l'emploi du charbon végétal *pulvérisé, lavé et séché*, et il compte, parmi les avantages de cette substance, la faculté de décolorer les sirops, d'en améliorer l'odeur et la saveur, et d'en faciliter la cuite. Il pense qu'il sera *difficile* de se procurer du charbon animal en quantité suffisante, et qu'il faut se borner au charbon végétal, bien que le premier ait des effets bien plus marqués.

Dans cette note, il indique, comme moyen de cristallisation à employer pour les sirops de mauvaise qualité, leur concentration sur de grandes surfaces à une température très-douce, et il conseille de ne les mettre à cristalliser dans des vases, avec un peu de cassonade au fond, que lorsqu'ils ont acquis une consistance de 40° Baumé à 60° Réaumur de température

(+ 50 à + 75 degrés centigrades). On doit maintenir à 30° ou 35° Réaumur (+ 37,5 à + 43,75 degrés centigrades) la température du local où se fait la cristallisation.

Procédé de M. Bonmatin. — « D'après l'opinion de M. le comte Chaptal, président de la Commission des sucres indigènes, le procédé de M. Bonmatin est le plus simple, le plus sûr et le plus économique que l'on connaisse. M. le baron Delessert, qui l'a fait exécuter dans ses ateliers, s'en loue beaucoup; il est convenu qu'il a, sur celui dont il s'est servi jusqu'alors, le triple avantage d'améliorer la fabrication de 30 centimes par livre de sucre, de fournir une qualité plus belle, et de permettre de fabriquer un tiers de plus avec le même nombre d'ouvriers. Un grand avantage de ce procédé, c'est qu'il réduit beaucoup les frais d'établissement, parce qu'on n'a plus besoin d'étuves. Les mélasses qu'il fournit sont très-bonnes, et trouveront un débit aisé dans le commerce... Le ministre du commerce a arrêté que la description des procédés de M. Bonmatin sera imprimée au nombre de deux mille exemplaires, et envoyée à MM. les préfets... » (*Bulletin précité, juin* 1812.)

L'ordre et la méthode qui règnent dans cette description en font un travail à part, que nous nous faisons un plaisir de mettre en entier sous les yeux de nos lecteurs.

« Lorsque le suc de betterave a été extrait par les moyens connus, il faut, pour obtenir le sucre brut ou moscouade qu'il contient en plus ou moins grande quantité, lui faire subir successivement les quatre opérations que nous allons décrire.

« Première opération. — *Clarification du suc de betterave.* — On met dans une chaudière de cuivre, placée sur un fourneau, le suc de betterave que l'on veut clarifier, et on le chauffe jusqu'à 65° du thermomètre de Réaumur (+81,25 degrés centigrades); quelques instants avant d'arriver à cette température, on prépare un lait de chaux, en versant de l'eau bouillante sur de la chaux vive ou caustique.

« Les doses des matières à employer sont, pour un litre de suc, 3 grammes de chaux éteinte dans 18 grammes d'eau. Le lait de chaux étant fait et le suc de betterave étant porté à 65° Réaumur, on verse le premier liquide dans le suc, en ayant soin de laver le vase avec une portion du même suc, et d'agiter le tout à l'aide d'une spatule de bois. On pousse ensuite le

feu de manière à élever la liqueur jusqu'à 80° du même thermomètre (+100 degrés centigrades); mais aussitôt qu'il est à ce degré, il faut éteindre le feu, afin d'éviter l'ébullition qui serait nuisible. Alors on conserve la liqueur dans un parfait repos pendant une heure, ce qui détermine la séparation d'une écume abondante, solide, foncée en couleur, que l'on enlève au moyen d'une écumoire, et que l'on met égoutter sur un blanchet. Après avoir écumé cette liqueur, on l'abandonne encore deux heures à un repos absolu, dans la même chaudière, puis on la filtre à travers un blanchet.

« Deuxième opération. — *Saturation du suc de betterave.* — La liqueur qui filtre à travers le blanchet est limpide, bien moins colorée que ne l'était le suc de betterave, et offre une saveur sucrée, rendue désagréable par la saveur âcre de la chaux.

« Pour neutraliser en grande partie la chaux dissoute dans le suc, on chauffe la liqueur jusqu'à 65° ou 70° Réaumur; après quoi, on verse dans chaque litre de sucre clarifié 6 décigrammes d'acide sulfurique, à 66° de l'aréomètre de Baumé pour les sirops. Il est indispensable d'affaiblir préalablement cet acide dans vingt fois son poids d'eau. Le mélange étant agité, on porte la liqueur à l'ébullition et on enlève, à mesure qu'elles se présentent, les écumes, que l'on met égoutter sur le blanchet. On soutient ainsi l'évaporation jusqu'à ce que la liqueur bouillante marque 15° à l'aréomètre; le sulfate de chaux qui s'est formé nage alors abondamment dans cette liqueur; il faut filtrer celle-ci à travers le blanchet, afin de séparer le sel insoluble.

« Troisième opération. — *Préparation du sirop de betterave.* — La filtration de cette liqueur étant faite, et la chaudière étant nettoyée, on porte de nouveau à l'ébullition. On enlève successivement l'écume qui se produit, et l'on diminue le feu lorsque le même liquide présente les caractères d'un sirop. Pour que la cuisson soit complète, la liqueur doit marquer, bouillante, 32° à l'aréomètre. Alors on décante dans un vase, et l'on a un très-bon sirop de betterave, qu'il faut conserver, sans l'agiter, dans un endroit frais.

« Quatrième opération. — *Conversion du sirop de betterave en sucre brut, par le grenage.* — Avant de grener le sirop de betterave et d'en obtenir ainsi du sucre brut ou moscouade, il

faut l'abandonner à un repos absolu pendant quatre jours au moins : par ce repos, le sirop laisse précipiter la plus grande partie des matières salines et des autres substances étrangères qu'il contient.

« Pour procéder au grenage, on doit décanter avec soin ce sirop dans une bassine, et n'opérer que sur 50 kilogrammes à la fois. On allume le feu sous la bassine, de manière à mettre promptement le sirop en ébullition : il ne tarde pas à se produire un boursouflement considérable, que l'on modère en y projetant un peu de beurre ; il se produit aussi des écumes qu'il faut enlever à mesure. Pendant l'évaporation, le feu doit être assez actif pour qu'elle soit constamment très-grande : on ne doit pas cesser d'agiter la masse à l'aide d'un mouveron, sans quoi le sirop brûlerait. Il arrive un moment où la matière en ébullition forme des cloches qui crèvent et laissent échapper des vapeurs aqueuses et bien visibles. Comme on approche alors de la cuite, il faut plonger un thermomètre dans la masse, jusqu'à ce que le mercure monte à 90° Réaumur (+ 112,5 degrés centigrades). L'opération est ordinairement achevée quand on est arrivé à ce terme.

« Un moyen plus sûr de reconnaître la cuisson du sirop est celui que pratiquent les raffineurs de sucre de canne, et qu'ils appellent *la preuve par le filet* : il consiste à prendre avec le pouce, sur le mouveron, un peu de la masse bouillante, que l'on comprime faiblement entre le pouce et l'index ; si, en séparant brusquement les doigts, de manière que l'index soit en haut, il se produit un filet assez long, et si ce filet casse près du pouce et remonte vers l'index, en prenant la forme d'un crochet, on a la certitude que la cuisson du sirop est complète.

« Alors on doit verser la masse dans un rafraîchissoir ; on l'abandonne jusqu'à ce que la chaleur tombe de 90° à 30° ou 35° Réaumur (+ 112,5 à + 37,5 ou + 43,75 degrés centigrades). Quand elle est descendue à ce terme, on agite un peu cette masse, qui offre déjà des marques sensibles de grenage, et on la coule aussitôt dans des cônes ou formes de terre légèrement humectées, dont l'ouverture inférieure a été bouchée avec soin.

« Après le refroidissement et la cristallisation complète du sucre dans les cônes, on débouche leur ouverture inférieure

pour donner issue à la mélasse, et l'on a ainsi du sucre brut ou moscouade, qu'il est aisé de blanchir par le terrage, d'après le procédé des raffineurs. »

Ajoutons, pour compléter les détails du procédé de M. Bonmatin, qu'il regardait la conduite du feu comme très-importante dans la fabrication des sirops de betterave. Les remarques suivantes ne seront pas inutiles au fabricant, bien que l'on emploie aujourd'hui, presque exclusivement, la vapeur pour les divers besoins de la sucrerie.

« Deux espèces de feu doivent être employées dans la fabrication : dans la première opération, la clarification du suc de betterave, le feu doit, non-seulement frapper le fond de la chaudière, mais la chaleur doit encore circuler autour, jusqu'à une distance fixe du bord supérieur ; tandis que dans les deuxième et troisième opérations, la saturation du suc et la préparation du sirop de betteraves, le feu ne doit toucher que *le fond de la chaudière*. Ces deux espèces de feu exigent deux sortes de fourneaux. La quatrième opération, qui est celle du grenage, se fait sur un fourneau de fer portatif, construit de manière que la chaleur ne frappe que *le milieu du fond* de la bassine, ce qui établit le bouillon au milieu du sirop et rejette les écumes sur les bords. »

Ces observations sont très-applicables à la construction des fourneaux à équipages pour la canne, lorsque l'on opère à feu nu. M. Bonmatin exigeait encore que les chaudières fussent peu profondes pour que le liquide s'y échauffât facilement et que les parois en fussent droites, afin que les sels et sédiments ne pussent s'y attacher.

Nous complétons ces renseignements par la description détaillée du procédé suivi par l'illustre Chaptal, pour lequel nous professons la plus grande vénération, et dont les travaux seront toujours de la plus haute utilité pour les véritables observateurs.

Les principes relatifs à la rasion des betteraves n'ont guère varié depuis la création de la sucrerie indigène, sauf peut-être en ce qui touche la rapidité du mouvement de la râpe. Chaptal écrivait :

« Les râpes que j'emploie sont des cylindres en tôle de *vingt-quatre* pouces de diamètre sur *quinze* de longueur, dont la surface est garnie de quatre-vingt-dix lames de fer armées

de dents de scie, fixées par des écrous perpendiculairement à l'axe et placées dans la longueur du cylindre.

« Les betteraves, pressées contre la râpe par des femmes dont la main est munie *d'un morceau de bois*, sont à l'instant déchirées, et la pulpe se ramasse dans une caisse doublée de plomb placée au-dessous. La table sur laquelle on met les betteraves qui vont être broyées ne laisse qu'un faible intervalle entre elles et les dents des lames, pour ne donner passage qu'à la pulpe.

« *Le râpage des betteraves doit être prompt*, sans cela la pulpe se colore et brunit, la fermentation s'établit, et l'extraction du sucre en devient plus pénible. A l'aide de deux râpes mues par le même manége, je réduis en pulpe cinq milliers de betteraves en deux heures.

« La pulpe ne doit contenir aucun morceau de betterave qui n'ait pas été déchiré.

« *L'action de la râpe ne peut point être remplacée par la compression ; les cellules* des betteraves *qui en contiennent le suc ont besoin d'être déchirées.* Les presses les plus fortes ne peuvent extraire de la racine que 40 à 50 pour 100 de suc, tandis que la pulpe bien travaillée en fournit depuis 75 jusqu'à 80. »

Sauf la petite dimension de la râpe, son peu de rapidité, et par conséquent son trop faible rendement, on ne fait pas aujourd'hui autre chose : on s'est contenté de donner plus de longueur et d'écarter davantage les lames.

A côté de quelques détails impraticables aujourd'hui, Chaptal avait parfaitement saisi les vrais points de vue où l'on doit se placer pour opérer l'extraction du jus sucré des racines. La seule chose, peut-être, qui lui ait manqué est la presse hydraulique, ainsi qu'on peut en juger par le passage suivant :

« *A mesure* que la pulpe tombe dans la caisse placée sous les râpes, on en remplit de petits sacs d'une toile forte, *tissue avec de la ficelle ;* on place ces sacs sur le plateau *d'une bonne presse à vis de fer*, et on leur fait subir une très-forte pression ; on desserre la presse, on change de place les sacs, on remue le marc qu'ils contiennent et l'on donne une seconde pression.

« On peut soumettre la pulpe à la pression d'une *presse à cylindre* pour en extraire d'abord 60 pour 100 de suc, et terminer ensuite l'opération par la presse à vis en fer ; mais cette

dernière peut suffire à une exploitation de dix milliers de betteraves par jour.

« Lorsqu'on a terminé l'opération, le marc doit être desséché, au point qu'en le serrant fortement dans la main, elle n'en soit pas mouillée. Le suc qui découle de la presse se rend par des *canaux de plomb* dans une chaudière, où il subit une première opération dont je vous parlerai tout à l'heure.

« A défaut de presses à vis de fer, on peut employer un pressoir de vendange, une presse à levier ou à cylindre, etc.

« Le travail de la presse doit se terminer à peu près en même temps que celui des râpes ; immédiatement après, on lave avec soin tout ce qui a été mouillé par le suc, pour se préparer à une nouvelle opération. *Il est nécessaire d'entretenir la plus grande propreté dans l'atelier*, sans cela les râpes se rouillent, le suc s'altère, et le travail des chaudières devient difficile.

« Le suc extrait de la betterave ne présente pas toujours le même degré de concentration ; cela varie depuis 5° jusqu'à 10°, selon la grosseur des racines, la nature du sol et l'état de l'atmosphère pendant la durée de la végétation. *Les racines les plus volumineuses fournissent un suc moins concentré que les petites ;* celles qui proviennent d'un sol sec et léger, et celles qui ont éprouvé des chaleurs continues et une grande sécheresse, donnent un suc qui marque jusqu'à 11°, mais il est peu abondant. *Plus les sucs sont pesants, plus ils contiennent de sucre sous le même volume, et plus l'extraction est économique.* »

Ces lignes auraient été écrites hier, qu'elles présenteraient l'exposé de la vérité pratique la plus incontestable pour les exploitations rurales dans lesquelles on voudrait établir l'industrie sucrière à titre d'industrie agricole ; tout ce qui est principe ne peut être l'objet d'aucune observation critique, et il serait vivement à désirer que de nombreux fabricants voulussent y réfléchir avec une sérieuse attention. La fabrication proprement dite, la manufacture, trouverait son profit à exécuter les précautions recommandées avec tant de soin par l'homme éminent dont nous venons d'emprunter les paroles, et l'introduction de la presse hydraulique dans la plupart des fabriques complète ce qui peut manquer dans les détails.

Avec une presse ordinaire, Chaptal retirait 80 pour 100 de

jus de ses betteraves... Aujourd'hui, on ne dépasse guère en réalité cette proportion avec la puissante ressource de la presse hydraulique, bien que divers manufacturiers accusent la proportion *impossible* de 90 pour 100. Ils ne tiennent pas assez compte de l'excès d'eau ajoutée sur les râpes, et des variations de composition de la racine.

Aujourd'hui que la plupart des fabriques de sucre opèrent à la vapeur, les dispositions matérielles relatives aux opérations à feu nu n'offrent plus qu'un intérêt de curiosité historique, en ce qui touche la grande fabrication européenne ; mais la petite exploitation et la sucrerie exotique peuvent y puiser d'utiles renseignements. Chaptal et tous les fabricants de sucre indigène de son époque travaillaient à feu nu, ce qui nécessitait une construction particulière des chaudières : les unes, destinées à la défécation, devaient être profondes ; les autres, simplement évaporatoires, devaient présenter plus de surface. Dans les *équipages* des colonies, ce principe, basé sur les règles les plus élémentaires de la physique et duquel dépend l'économie du combustible, est négligé complétement.

« Je travaille, dit Chaptal, dix milliers de betteraves par jour, en deux opérations de cinq milliers chacune : la première commence à quatre heures du matin, la seconde à midi. La *chaudière ronde*, qui reçoit le suc d'une opération, a 5 pieds 6 pouces de diamètre et 5 pieds 8 pouces de profondeur. J'ai une chaudière pour chaque opération : chacune a deux robinets, dont l'un est placé tout à fait au fond et l'autre à 5 pouces au-dessus. Entre ces deux chaudières, *il y en a deux plates*, de la profondeur de 15 pouces, et capables de recevoir chacune tout le suc d'une opération : c'est dans ces dernières que se fait l'évaporation. Les bords de ces quatre chaudières doivent être très-évasés, pour recouvrir l'épaisseur du mur dans lequel elles sont enchâssées.

« J'ai placé mes râpes et mes presses au premier étage, afin de faire couler le suc dans les chaudières placées au rez-dechaussée, par des canaux revêtus de plomb, sans aucuns frais de transport ; et, d'après ces dispositions, j'ai pu élever assez les chaudières d'épuration pour qu'en ouvrant leurs robinets le suc puisse couler dans les évaporatoires. »

Ces dispositions avaient besoin d'être exposées pour l'intelligence du mode de défécation suivi par cet expérimentateur,

et qui a été pendant fort longtemps pratiqué par la plupart des fabricants de sucre indigène...

« Du moment que la chaudière qui reçoit le suc que fournissent les presses est remplie au tiers, dit-il, *on allume le feu,* et pendant que le suc continue à couler, on élève la chaleur jusqu'au *soixante-cinquième degré* Réaumur (81,25 degrés centigrades).

« Dans le temps que le suc s'échauffe et qu'on remplit la chaudière, on prépare un lait de chaux, en faisant fuser dans un baquet 10 livres de chaux, sur laquelle on verse peu à peu de l'eau tiède [1].

« Dès que la chaudière a reçu tout le suc, et que la chaleur s'est élevée à 65°, on y verse le lait de chaux, et l'on a l'attention d'agiter et de brasser en tout sens pour opérer le mélange. *Après cette opération, on pousse le feu pour porter le liquide au degré de l'ébullition ;* il se forme à la surface une couche d'écume épaisse et gluante, et du moment qu'un premier bouillon ou des bulles qui se font jour à travers l'écume commencent à paraître à la surface, on éteint promptement le feu en jetant un seau d'eau dans le foyer. Alors la couche d'écume s'épaissit, se dessèche et durcit par le repos ; le suc se clarifie, il prend une légère teinte jaune, et *lorsqu'il est devenu très-limpide* et qu'on ne voit plus flotter ni grains de chaux, ni flocons de mucilage, on enlève avec beaucoup de soin, à l'aide d'une écumoire, les écumes, qu'on jette dans un baquet pour en exprimer ensuite les sucs qu'elles contiennent ; après cela, on ouvre le robinet supérieur et l'on fait couler dans la chaudière évaporatoire.

« *Il faut une heure de repos pour que le suc se clarifie*, et l'on ne doit commencer l'opération que lorsqu'il est parfaitement limpide.

« Dès qu'on a fait couler tout le suc que peut fournir le robinet supérieur, on ouvre le second, et si le suc qui en provient est clair, on le mêle avec le premier ; si, au contraire, il est louche et chargé, on ferme le robinet pour lui donner le temps de se dépouiller, et on ne l'emploie que vers la fin de l'opération.

[1] La chaudière renfermant 1,600 à 1,800 litres de suc, Chaptal employait la chaux dans la proportion d'environ 3 grammes par litre.

« Le dépôt qui se forme au fond de la chaudière rend troubles les dernières portions du suc ; mais du moment qu'on s'aperçoit du changement de couleur, on reçoit ce qui reste dans le baquet qui contient les écumes.

« Le dépôt qui s'est formé au fond de la chaudière et les écumes sont exprimés à l'aide d'une presse à levier, d'une construction extrêmement simple et d'une manœuvre aussi facile que peu dispendieuse.

« Sur un bloc de pierre carré, dont les côtés ont 3 pieds de diamètre, et dont la surface, légèrement inclinée, est creusée de cannelures profondes de 1 pouce, qui se réunissent toutes en rayons à l'angle le moins élevé, je place un panier cylindrique d'osier ; les parois intérieures de ce panier sont recouvertes d'un sac de grosse toile, dont les bords se replient et tombent en dehors. Je verse le dépôt et les écumes dans ce sac, j'en ramène les bords au centre et je les lie avec une ficelle ; je place par-dessus un plateau de bois du diamètre de l'intérieur du panier, je le charge de quelques carrés de bois qui débordent la partie supérieure et servent de points d'appui au levier. Le tout étant ainsi disposé, j'adapte le levier, qui a 15 pieds de long ; il est fixé par une extrémité à un anneau que porte une barre de fer scellée à la pierre, et je charge l'autre bout avec des poids de fonte de 25 à 50 kilogrammes que j'augmente à volonté, de manière à obtenir une pression graduée, constante et aussi forte que je le désire[1]. Le suc qui coule est reçu dans des baquets, et versé dans la chaudière où se fait l'évaporation.

« *La dépuration du suc est la plus importante de toutes les opérations.* Si le suc n'est pas parfaitement dépouillé et clarifié, l'évaporation et les cuites sont longues et difficiles, le suc monte et se boursoufle dans les chaudières, le sucre cristallise mal et reste empâté de mélasse.

« Le séjour prolongé du suc dans la chaudière dépuratoire ne suffit pas toujours pour que la chaux monte avec les écumes ou se précipite en dépôt ; il peut arriver que, quelque précaution qu'on prenne, le suc conserve une couleur trouble, et dès lors il ne faut pas s'attendre à de bons résultats; j'ai soigneusement recherché la cause de ces accidents ; j'ai essayé

[1] La figure 64 donne une idée de la presse recommandée par Chaptal.

d'y remédier, et je ne rapporterai ici que ce qui me paraît suffisamment constaté par l'observation ou l'expérience.

« *Lorsqu'on travaille des betteraves qui ont trop fortement germé, ou qui sont pourries ou gelées en partie, la dépuration du suc se fait mal.*

« *Lorsque l'opération des râpes et des presses est trop lente, et que le suc reste cinq ou six heures avant d'être épuré*, la décomposition commence à s'opérer, et l'*on ne peut pas obtenir de bons résultats.*

« *Lorsqu'on néglige de laver soigneusement, après chaque opération, les râpes, les presses, les conduits, les chaudières, les sacs, les toiles* et, en un mot, *tous les ustensiles qui ont été imprégnés de sucs*, tout devient pénible et sans succès.

« J'ai observé une fois que des betteraves emmagasinées dans une cave, où elles n'avaient ni gelé ni germé, travaillées dans les premiers jours du mois de mars, n'ont pas fourni de sucre ; elles paraissaient très-saines, mais un peu plus *molles* que celles que j'avais conservées dans des granges.

« Si les premières opérations sont mal conduites, il en résulte constamment de mauvais effets. Je n'ai pu, à cet égard, que tracer la marche qu'on doit suivre pour les prévenir.

« Les betteraves bien conservées peuvent être travaillées avec un égal succès depuis le commencement d'octobre jusqu'à la fin de mars.

« Lorsque le suc est mal épuré, on peut verser dans la chaudière évaporatoire, un peu avant l'ébullition, une petite quantité d'acide sulfurique ; on remédiera par là au mal, s'il provient d'une trop grande quantité de chaux qu'on aura employée ; mais ce moyen sera inutile, si le vice est dans le suc altéré de la betterave.

« On peut encore forcer la dose du charbon animal ; on est sûr, par ce moyen, de rendre l'évaporation et la cuite plus faciles ; mais si le suc est altéré, on n'obtiendra que peu de sucre.

« Dans l'opération de la défécation, la chaux se combine avec le principe mucilagineux de la betterave et neutralise l'acide malique qu'elle contient. *Après cette opération*, le suc *pèse* 1° à 1° 1/2 *de moins qu'auparavant.* »

Chaptal continue ainsi à décrire les autres opérations de la fabrique de sucre :

« Du moment que le fond de la chaudière évaporatoire est couvert de suc, on allume le feu et on porte à l'ébullition le plus promptement possible : le suc qui continue à couler de la chaudière défécatoire remplace ce qui s'échappe par l'évaporation.

« Lorsque le suc bouillant marque de 5° à 6° de concentration, on commence à y jeter du charbon animal, et on continue, en augmentant la dose peu à peu, jusqu'à ce que le suc soit concentré au vingtième degré. On emploie de cette manière 25 kilogrammes de charbon par chaque opération de 1,600 à 1,800 litres de suc.

« Une fois qu'on est parvenu au vingtième degré de concentration, on soutient l'évaporation jusqu'à ce que le sirop bouillant marque 27° à 28° au pèse-liqueur.

« Ce sirop, mêlé avec le charbon animal, a besoin d'être filtré.

« Cette opération, exécutée par les procédés ordinaires, est très-longue et souvent impraticable : le refroidissement augmente la consistance du sirop de 2° à 3°; alors le charbon, très-divisé, bouche les pores des filtres, et la filtration s'arrête en très-peu de temps.

« Pour obvier à ces inconvénients, je place un grand panier d'osier sur une chaudière, je garnis son intérieur d'un sac de toile d'un égal diamètre, mais au plus d'environ 2 pieds ; je verse dans le sac le suc épaissi : la filtration se fait très-bien pendant quelques minutes ; mais lorsque le sirop s'épaissit par le refroidissement, elle devient plus lente et finirait par s'arrêter : alors je replie vers l'intérieur du panier les bords du sac, et je mets par-dessus un plateau de bois, que je charge graduellement de poids de fonte, pour opérer une pression convenable ; la filtration est terminée en deux à trois heures.

« Le charbon contenu dans le sac est lessivé à l'eau tiède, et ensuite exprimé à la presse à levier, pour en extraire tout le sirop qui y est contenu. Les eaux de lavage sont réunies le lendemain, dans les chaudières évaporatoires, aux sucs dépurés préparés dans le jour.

« La conversion du suc en sirop doit être faite le plus promptement possible ; lorsque l'évaporation est lente, la liqueur devient pâteuse, une partie du sucre se décompose et passe à l'état de mélasse, les cuites en deviennent plus difficiles : il

faut conduire l'évaporation à gros bouillons, et pour cela il convient d'employer des chaudières larges et plates, de ne chauffer que des couches de liquides peu épaisses, et de construire les fourneaux de manière qu'ils chauffent bien également, afin que l'ébullition ait lieu à la fois sur toute la masse du liquide. L'évaporation de 1,600 litres de suc doit être terminée en quatre heures.

« On reconnaît que l'opération est bonne et le suc bien préparé lorsque l'ébullition se fait sans que le liquide *monte* ou se boursoufle ; lorsqu'il ne se forme à la surface que des écumes brunâtres dont les bulles disparaissent en un clin d'œil toutes les fois qu'on les puise avec une cuiller; lorsqu'en frappant sur la liqueur on produit un bruit sec. Si, au contraire, il se forme des écumes blanchâtres, poisseuses, qui ne s'affaissent point, l'opération est mauvaise, l'évaporation est longue et la cuite difficile. Dans ce dernier cas, on jette de temps en temps un peu de beurre sur la surface pour calmer l'effervescence, on augmente la dose du charbon animal, on ralentit le feu ; mais tous ces palliatifs ne corrigent pas le vice radical, et ces symptômes présagent toujours de mauvais résultats.

« Les sirops préparés la veille sont cuits le lendemain pour en extraire le sucre.

« Les produits des deux opérations de cinq milliers de betteraves chacune sont réunis dans une chaudière, d'où on les tire successivement pour en former quatre cuites.

« On verse donc le quart de ces sirops dans une chaudière ronde, de 40 pouces de diamètre sur 20 pouces de profondeur, et on allume le feu. On porte à l'ébullition, qu'on entretient jusqu'à ce que l'opération soit terminée.

« On juge que la cuite se fait bien :

« 1° Lorsque le sirop *bout sec* et que les bouillons, en rentrant dans la masse, produisent un *bruit sensible;*

« 2° Lorsqu'en frappant avec l'écumoire sur la surface du bain, on entend un *bruit sec,* comme si on frappait sur de la soie;

« 3° Lorsqu'en puisant de l'écume avec une cuiller, les bulbes disparaissent à l'instant; enfin, la cuite a été parfaite toutes les fois qu'après qu'elle est terminée la chaudière ne présente aucune trace de noir sur la surface intérieure.

« On reconnaît que la cuite est mauvaise et qu'on doit mal augurer de ses résultats aux signes suivants :

« 1° Lorsqu'il se forme une écume épaisse, blanche et gluante, à la surface du bain ;

« 2° Lorsque la liqueur monte en écume et ne s'affaisse point ;

« 3° Lorsqu'il s'échappe des bouffées d'une fumée âcre, qui annoncent que la cuite *brûle*.

« On parvient à pallier ces accidents et à terminer la cuite :

« 1° En enlevant les écumes à mesure qu'elles se forment ;

« 2° En jetant dans la cuite de petits morceaux de beurre ;

« 3° En agitant la liqueur avec une grande spatule ;

« 4° En mêlant à la cuite un peu de charbon animal ;

« 5° En modérant la chaleur.

« Pour éviter une partie de ces accidents, je verse à grands flots le sirop dans la chaudière, et j'enlève l'écume blanchâtre qui se forme ; j'agite avec force trois ou quatre fois le sirop avant qu'il entre en ébullition, et j'écume chaque fois. Ces écumes sont mises dans un baquet, ainsi que celles qui se développent pendant tout le temps que dure la cuite ; on les traite ensuite à la presse à levier, et on lave le résidu pour en extraire tout ce qu'elles contiennent. Les sirops qui sont exprimés par là sont employés dans les cuites du lendemain, et on verse les eaux du lavage dans les chaudières évaporatoires.

« Lorsque les cuites s'annoncent mal, surtout lorsqu'on voit paraître ces bouffées de fumée piquantes, et qui prouvent que la cuite *brûle*, il faut l'arrêter de suite, et traiter de nouveau les sirops avec le noir animal : dans ce cas, on les délaye avec de l'eau pour les faire tomber à 18° de concentration ; on y ajoute le charbon ; on chauffe, et on les porte à 28° par l'ébullition ; on filtre et l'on cuit. J'ai observé plusieurs fois que, par ce seul moyen, on pouvait rétablir en bonne qualité un mauvais sirop.

« Je me suis beaucoup occupé de cette matière grasse, blanchâtre, onctueuse et collante, qui est presque inséparable des sirops, et qui, lorsqu'elle est abondante, ne permet d'amener aucune cuite à une heureuse fin : elle *engraisse* le sirop ; elle s'attache aux parois des chaudières et les noircit ; elle se détache des sirops à mesure qu'on les concentre, et ne permet plus de pouvoir en terminer la cuite.

« J'ai observé que cette matière était d'autant plus abondante, que les betteraves ont plus germé, que la dépuration du suc a été plus imparfaite, et l'évaporation plus lente. Le charbon animal en réduit singulièrement la quantité, et la fait disparaître ou l'empêche de se former lorsqu'il est bien employé.

« Cette matière, que j'ai eu occasion de ramasser souvent et en grande quantité pendant les premières années de mon exploitation, s'épaissit et durcit par le refroidissement ; elle est insoluble à l'eau et à l'alcool ; elle brûle en répandant une flamme blanche et inodore ; elle a tous les caractères de la cire végétale et n'en diffère en aucune manière.

« La cuite est terminée lorsque le sirop bouillant a été porté à 44° ou 45° de concentration : on reconnaît qu'il faut retirer la cuite de la chaudière aux signes suivants :

« 1° On plonge l'écumoire dans le sirop bouillant, on la retire, et on passe rapidement le pouce de la main droite sur la surface ; on manie entre le pouce et l'index la couche de sirop qu'on a emportée jusqu'à ce que la chaleur soit tombée à la température de la peau, on sépare alors brusquement les deux doigts. Lorsque la cuite n'est pas à son terme, il ne se forme pas de filet dans l'intervalle des deux doigts. La cuite est bien avancée du moment que le filet se forme ; elle est terminée dès que le filet est cassé net, que la partie supérieure se replie en spirale, et qu'elle a la demi-transparence de la corne. Cette manière d'essayer les cuites est connue sous le nom de *preuve*.

« 2° On juge encore qu'une cuite est terminée lorsque le sirop ne mouille plus les parois de la chaudière, et qu'en soufflant avec force sur une écumoire imprégnée de sirop, il s'échappe, par les trous de l'écumoire, des bulles qui voltigent dans l'air comme de petites bulles de savon. Dès qu'on juge que la cuite est faite, on éteint le feu, et quelques minutes après, on la transporte dans un grand chaudron de cuivre, qu'on appelle *rafraîchissoir*.

« Le rafraîchissoir est placé dans une pièce de l'atelier voisine des chaudières ; sa capacité doit être suffisante pour recevoir le produit des quatre cuites qu'on y verse successivement.

« Le refroidissement qu'éprouvent les cuites dans le rafraîchissoir ne tarde pas à opérer la cristallisation du sucre ; les

cristaux se précipitent d'abord dans le fond, où ils forment une couche assez épaisse, mais sans cohérence ; peu à peu les parois se recouvrent de cristaux solides, et il se forme alors sur la surface une croûte de sucre, qui s'épaissit insensiblement.

« C'est dans ce moment qu'on vide le rafraîchissoir pour emplir les formes où doit se terminer la cristallisation[1].

« A l'aide d'une grande spatule on agite et brasse avec soin le produit des cuites contenu dans le rafraîchissoir, et lorsque le tout est bien mélangé, on verse peu à peu dans les formes, et à plusieurs reprises dans chacune, en allant de l'une à l'autre, de manière qu'on les remplisse toutes également ; on laisse un pouce d'intervalle entre les bords supérieurs de la forme et le sirop.

« Dès que les formes sont remplies, on les porte dans la pièce la plus froide de l'atelier, pour faciliter la cristallisation[2].

« A mesure que le refroidissement s'opère, la cristallisation continue sur les parois des formes et à la surface. Du moment que la croûte des cristaux a pris un peu de consistance, on perce cette couche avec une spatule en bois, et on agite l'intérieur en tout sens et avec soin pour ramener dans le centre les cristaux qui se sont déposés sur les parois. Cette opération terminée, on abandonne la cristallisation à elle-même.

[1] On emploie à cette opération les formes qu'on connaît dans les raffineries sous le nom de *grandes bâtardes*. Ce sont de grands vases de terre cuite, coniques, percés d'une petite ouverture au sommet et pouvant contenir 45 kilogrammes du sirop des cuites. On distingue dans les ateliers de grandes et de petites bâtardes, des formes de deux, de trois et de quatre, selon leur capacité. On les a remplacées dans plusieurs ateliers par des formes fabriquées avec des planches de bois résineux. M. Mathieu de Dombasle a proposé ce changement, qui peut être avantageux sous le rapport de l'économie dans les pays où ce bois est abondant.

Avant de mettre le produit des cuites dans les formes, on les fait tremper dans l'eau, d'où on les retire peu de temps avant de les employer, pour les faire égoutter ; on bouche avec du vieux linge l'ouverture de la pointe et on les dresse contre le mur pour recevoir la cuite.

[2] Les cuites provenant du travail de dix milliers de betteraves remplissent neuf grandes bâtardes lorsque les opérations ont été bien conduites. Chaque bâtarde contient 85 à 90 livres de sirop cuit.

Lorsque les cuites sont lentes, ou qu'on ne les fait pas sans interruption, on verse partiellement du rafraîchissoir dans les formes sans attendre le produit des dernières. Si on n'avait pas cette attention, la cristallisation se terminerait dans le rafraîchissoir, et tout le contenu ne formerait qu'une masse qu'on ne pourrait plus vider dans les formes pour faire couler les mélasses.

« Trois jours sont plus que suffisants pour que tous les cristaux soient formés[1].

« On enlève alors les tampons qui bouchaient la pointe des formes, et on les place sur des pots de terre pour faire couler la mélasse[2].

« Huit jours suffisent pour que les cristaux se dépouillent de la plus grande partie de la mélasse qui les empâte.

« On porte alors les formes dans une pièce, où l'on entretient par le moyen d'un poêle une température constante de 18° à 20° Réaumur; on les place sur de nouveaux pots, et on procède au lessivage du sucre qu'elles contiennent, pour en séparer une nouvelle partie de mélasse qui a refusé de couler : à cet effet, on brise et l'on égrène avec une lame de couteau la surface des pains, on l'unit avec soin, et on y verse sur chacun environ une demi-livre d'un sirop blanc[3] marquant 27° à 30°. Le sirop pénètre dans le pain, délaye et entraîne la mélasse, parce qu'il est moins concentré de 3° ou 4°. Si on l'employait moins concentré, il dissoudrait le sucre, et plus épais, il l'empâterait. On renouvelle trois fois cette opération de deux en deux jours.

« Après un mois de séjour dans cette étuve, on peut *locher* les pains ou les extraire de leurs formes; ils sont secs et bien dépouillés de mélasse. On les empile dans un magasin, où on les conserve pour le raffinage. »

FABRICATION MODERNE DU SUCRE DE BETTERAVE.

Les racines sont lavées, puis soumises à l'un des divers pro-

[1] On reconnaît que l'opération est bonne : 1° lorsque la surface de la masse cristallisée est sèche, et qu'en y passant la main on ne la trouve ni humide ni poisseuse ;

2° Lorsque la croûte de la surface s'affaisse et se rompt dans le milieu; les raffineurs disent, dans ce cas, que le sucre *fait la fontaine* ;

3° La couleur jaune des cristaux est en général un bon indice; mais il est presque insignifiant pour le sucre de betterave, parce que la couleur a pu être noircie par le charbon animal, lorsque la filtration des *clairces* ou sirops n'a pas été faite avec soin, mais le raffinage et la clarification font disparaître aisément cette couleur.

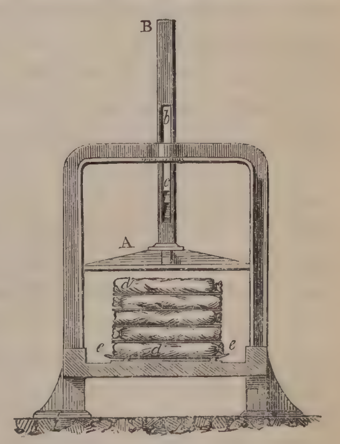
[2] Ces pots doivent avoir une capacité suffisante pour contenir 18 à 20 litres de mélasse.

[3] Ce sirop n'est qu'une portion du sirop préparé pour les cuites.

cédés d'extraction du jus dont nous avons parlé dans le chapitre premier de ce deuxième livre. Le procédé le plus généralement adopté consiste dans la division de la matière et sa réduction en pulpe au moyen de la râpe. On s'arrange de manière que les betteraves apportées par les voitures et venant du hangar, des silos ou de la cour, soient amenées directement au cylindre laveur, que de là elles tombent sur un plan incliné voisin des râpes, afin de n'avoir aucun déplacement à faire, sinon pour les prendre et les jeter au fur et à mesure dans la trémie des appareils de division. La pulpe tombe dans une caisse ou un récipient quelconque, où elle est prise pour être *mise en sacs* et soumise à l'action de la presse.

On préfère avec raison aujourd'hui avoir plusieurs râpes, afin de pouvoir augmenter la ténuité de la pulpe en ne faisant produire aux rabots que trois ou quatre pressions par minute, au lieu du double ; la pulpe se trouve ainsi plus fine de moitié et les cellules sont mieux déchirées.

La pulpe puisée à la pelle dans le récipient est mise dans des sacs, en interposant entre deux sacs une claie métallique percée de trous ou une simple claie d'osier. La manœuvre de cette opération est assez facile. Une claie est posée à terre, et lorsque la pulpe est introduite dans un des sacs, on l'étend rapidement et uniformément au rouleau ou à la main, après avoir placé le sac sur la claie. On replie en dessus l'orifice du sac et l'on superpose une claie, puis un autre sac disposé de la même façon et ainsi de suite. Le tout est porté sur le plateau de la presse (fig. 61), et lorsque la charge est complète, on commence à presser. La pression doit être lente et graduelle, afin de donner au jus le temps de s'écouler et de ne pas déchirer les sacs. On augmente peu à peu l'intensité de la pression, jusqu'à ce que l'on n'obtienne plus de jus. Dans beaucoup de fabriques, on se contente du produit ainsi obtenu par



(Fig. 61.)

une pression de 700,000 à 800,000 kilogrammes pendant dix minutes ou un quart d'heure.

Ailleurs, on desserre la presse, puis on réunit deux sacs l'un contre l'autre, en plaçant successivement une claie, deux sacs, une claie, et ainsi de suite. Cette méthode, dont l'idée est due à M. Hamoir, donne 5 pour 100 de jus de plus que la simple pression. Après la première pression, M. Demesmay expose les sacs pendant quelques minutes à l'action de la vapeur à + 100° dans une armoire fermée, puis il les soumet à une seconde pression en changeant les points de contact selon la méthode Hamoir. Enfin, quelques personnes font subir aux sacs une seconde pression après les avoir immergés un instant dans de l'eau, simple ou additionnée d'un peu de tannin.

La betterave rend *en moyenne* sur 100 parties :

65 à 70 de jus par une seule pression ;
70 à 75 de jus par une double pression ;
80 à 85 de jus par une double pression et l'exposition à la vapeur.

Il y a encore loin de là à l'extraction complète de toutes les parties solubles.

Les sacs, vidés de la pulpe sèche qui est transportée pour la nourriture du bétail, peuvent encore servir ; mais il est bon de les nettoyer souvent et de les plonger dans de la dissolution faible de tannin (à 3 ou 4 millièmes). Pour éviter les inconvénients qui résultent de l'emploi des sacs, M. Caffin a proposé de se servir de simples carrés de toile. On a un cadre de bois semblable aux moules à briques, mais plus grand ; on le place sur une claie et par-dessus le carré de toile dont les bords dépassent le cadre. On verse de la pulpe dans le milieu de la toile, on l'étend uniformément, puis le cadre enlevé, on replie par-dessus les côtés de la toile, ce qui emprisonne ainsi la pulpe dans un sac sans couture. On place dessus une autre claie, puis on recommence la même manœuvre.

Ces carrés de toile sont beaucoup plus faciles à nettoyer que les sacs.

Dans plus d'une circonstance, les sacs, les claies et les réservoirs à jus sont funestes à la fabrication. Non-seulement les claies d'osier ne permettent pas que l'on extraye autant de suc que possible de la betterave, mais les tissus des sacs, le bois des réservoirs et des claies, ainsi que leurs anfractuosités,

s'imbibent de suc qui s'altère et réagit avec une rapidité étonnante sur le suc de bonne nature. Il est donc de la plus haute importance de les nettoyer complétement. Pour cela, les sacs et les claies sont introduits dans une grande caisse rectangulaire que l'on peut fermer assez hermétiquement, et l'on y introduit un courant de vapeur pour les porter environ à la température de + 100°. Après cette opération, il est convenable de les rincer et de les passer à l'eau de chaux. Cette dernière précaution est indispensable pour les réservoirs à jus.

Ne remplacerait-on pas avantageusement les claies d'osier par des toiles de crin très-épaisses ou par des claies en fil de laiton de 1 millimètre de diamètre au plus [1] ?

Nous nous sommes assez étendu sur les autres méthodes d'extraction du jus, par *lévigation*, *macération*, etc., pour n'avoir pas à y revenir ; c'est au fabricant qu'il appartient de juger ces questions, selon l'intérêt pratique qu'elles peuvent lui présenter.

Dans aucune circonstance, le jus de la betterave ne doit séjourner nulle part avant la défécation. Au sortir des presses, il est reçu dans un récipient d'où un monte-jus ou une pompe le porte aux chaudières à déféquer. Le moût est facilement altérable à l'air, à une température assez peu élevée, et il se colore promptement en brun sale, en subissant la fermentation. Le plus souvent, cette fermentation n'agit pas alcooliquement et elle donne les produits visqueux de la décomposition mannitique. Il s'y forme beaucoup de matière filante, glaireuse et d'acide lactique. La matière glaireuse, mannitique, ne nous semble pas préexister dans la betterave saine, mais elle est constamment le résultat de l'altération du suc en présence des autres principes de cette racine. Les produits qui ont subi un commencement d'altération fermentative renferment des substances nouvelles ou transformées, dont les réactions, encore mal étudiées, sont nuisibles à la matière saccharine.

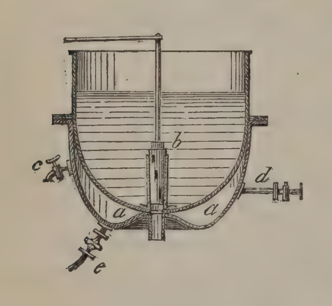
On ne saurait prendre trop de précautions pour se mettre à l'abri de ces sortes de décompositions, qui, outre la perte sèche qu'elles occasionnent, rendent encore tout le travail de l'extraction du sucre beaucoup plus difficile.

Défécation. — La défécation de la betterave se fait par l'un des procédés dont nous avons parlé ; mais nous croyons qu'en

[1] Baudrimont.

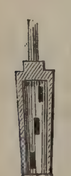
thèse générale la chaux est employée d'une manière beaucoup trop empirique, et qu'il conviendrait de s'assurer de temps en temps de la quantité précise que les jus en exigent. Il ne faut pas se contenter de la réaction alcaline du papier de tournesol, qui ne signifie rien du tout sur les jus de betterave, ainsi que nous l'avons déjà fait voir, et comme il est aisé de le comprendre, si l'on réfléchit que l'ammoniaque mise en liberté suffit à colorer le papier réactif longtemps avant que la dose de chaux soit suffisante.

Dans un coin de l'atelier de défécation sont deux baquets, l'un pour éteindre la chaux et la réduire en lait, l'autre pour recevoir ce lait de chaux au sortir du tamis à travers lequel on le passe pour éviter qu'il s'y trouve des pierres, des graviers ou des portions non délayées.



(Fig. 62.)

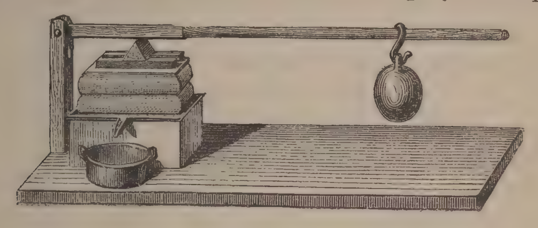
Les chaudières à déféquer (fig. 62) sont disposées de manière à permettre un service facile ; elles contiennent de 5 à 15 hectolitres et quelquefois davantage. Ces chaudières sont à double fond et sont échauffées par un courant de vapeur qui circule en *aa*. Cette vapeur est introduite par un tube *d*, sous une pression de cinq atmosphères, à + 153° de température. Un robinet *c* est ouvert un instant pour faire évacuer l'air contenu dans le faux fond, et un tube *e* porte la vapeur condensée au retour d'eau : une clef *b* (fig. 62 et 63), portant trois ouvertures à des hauteurs différentes, permet de soutirer la liqueur au fur et à mesure qu'elle s'éclaircit.


(Fig. 63.)

Le liquide amené dans la chaudière est porté rapidement à + 75° ou + 80° ; on y délaye, en agitant soigneusement avec un râble, la quantité de lait de chaux nécessaire, puis on laisse la température monter jusqu'au premier bouillon. On arrête alors l'entrée de la vapeur, on fait pénétrer l'air dans le faux fond et l'on attend que les écumes soient bien montées, pour ouvrir successivement le robinet *b* et envoyer la liqueur limpide soit au

débourbeur et de là aux filtres à noir, soit directement à ceux-ci.

Le dépôt du fond, mélangé aux écumes, est envoyé dans un récipient et distribué dans les sacs d'un filtre Taylor. On soumet ensuite les sacs à l'action d'une presse à vis, ou à choc, ou tout simplement d'une presse à levier, comme celle de la figure ci-dessous qui est très-analogue à celle qu'employait Chaptal.



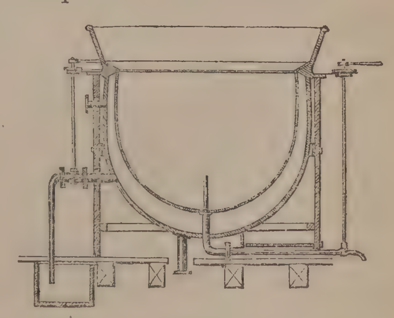
(Fig. 64.)

Après que l'action de cette presse a été utilisée, les sacs sont soumis à une pression plus forte pour les épuiser.

Le produit liquide est ajouté à la liqueur de défécation et les résidus sont employés comme engrais.

L'appareil à déféquer dont nous avons donné la figure se rapproche beaucoup de celui de M. Hallette, que l'on a vanté, et dont la différence capitale avec celui-ci consiste en ce que la surface de chauffe ou le double fond entoure toute la portion occupée à l'intérieur par le liquide.

La figure 65 ci-contre en donne les principaux détails, qu'il ne nous semble pas nécessaire de décrire. Après avoir arrêté la vapeur, on faisait une injection d'eau froide dans le vide de l'appareil, et l'on attribuait à cette manœuvre la propriété de rendre les dépôts plus denses et de faciliter leur précipitation. Cette chaudière distribuant le calorique sur toute la périphérie, toutes les matières suspendues dans la liqueur devaient se réunir au centre.



(Fig. 65.)

On juge que la défécation est bonne, dit M. Payen, quand le liquide est limpide et offre des flocons bien détachés, quand les écumes sont fermes, d'une couleur brun verdâtre, qu'elles se détachent des bords de la chaudière, se fendillent au moment où le bouillon apparaît, et qu'une *odeur ammoniacale* domine dans la vapeur du jus déféqué. Lorsque la défécation ne présente pas ces caractères, et surtout que la limpidité est incomplète dans le jus, *il faut changer les proportions de chaux*. On arrive, après quelques *tâtonnements*, à trouver la dose convenable : c'est celle qui suffit pour opérer une clarification complète. Pour atteindre ce but, il est impossible d'éviter l'emploi d'un excès de chaux, qui s'unit au sucre, et les efforts des fabricants ont été depuis longtemps dirigés vers les moyens de l'enlever ensuite.

Le procédé d'essai des jus que nous avons indiqué éviterait les *tâtonnements* de ce genre, et, en le renouvelant de temps en temps, on aurait la certitude d'employer constamment la dose de chaux *convenable* pour une bonne opération.

La chaux sature les acides libres du jus, précipite les matières albuminoïdes et la pectine, une partie de la matière colorante; elle décompose les sels ammoniacaux et plusieurs sels alcalins, et forme du sucrate de chaux avec une partie du sucre.

L'albumine se redissout dans un excès de chaux, et dans ce cas les écumes montent moins bien, ne se fendillent plus, et le liquide est moins limpide. Lorsque les sels ammoniacaux ont été décomposés par la chaux, on ne peut employer pour saturer cette chaux, ni l'acide sulfurique, ni les sulfates solubles, sans s'exposer à un inconvénient assez grave. Il se forme, en effet, dans cette circonstance du sulfate de chaux très-peu soluble et du sulfate d'ammoniaque soluble. Celui-ci, en se décomposant à la cuite, et par son *action propre*, lorsqu'il est en excès, décompose le sucre, forme du glycosate d'ammoniaque et des produits acides colorés qui peuvent retarder ou empêcher la cuite.

Les jus acides ou *très-peu* alcalins donnent des sucres en petits cristaux, peu nerveux et quelquefois rebelles à la cristallisation; les jus alcalins fournissent, au contraire, de gros cristaux d'un sucre sec et nerveux, mais il reste plus de sucre dans les mélasses à l'état de sucrate.

C'est entre les deux excès qu'il convient de se placer.

On reconnaît l'existence de la chaux libre ou combinée au sucre dans les jus à la pellicule irisée de carbonate de chaux qui se forme à la surface lorsqu'on y projette l'haleine, ou au trouble produit dans un peu de la liqueur, lorsqu'on y souffle l'haleine à l'aide d'un tuyau de paille ou d'un tube en verre.

Il faut bien se pénétrer de ce fait que, outre les altérations que le sucre éprouve de la part des alcalis, des acides, des ferments et du calorique, la dissolution simple dans l'eau finit, après un certain temps, par transformer une partie du sucre prismatique en sucre liquide, et l'on doit hâter les opérations par tous les moyens dont on peut disposer. Les alcalis à froid et à dose moyenne empêchent cette altération ; cet effet est dû à la formation des sucrates qui sont moins altérables que le sucre à une température moyenne ou peu élevée.

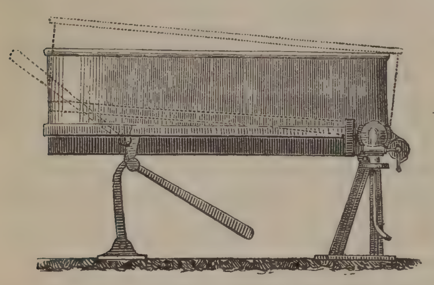
Pour les détails relatifs aux divers procédés de défécation et de saturation de la chaux, il convient de se reporter à ce que nous avons dit précédemment (liv. II, chap. I et II). Remarquons cependant que la défécation bien faite, sans excès de chaux, fait perdre au jus de 1° à 1°,5 ou même 2° Baumé de sa densité primitive. Il n'en est pas ainsi lorsqu'on a employé un grand excès de chaux, car cette base, restant dans le jus à l'état de sucrate, en augmente au contraire la densité.

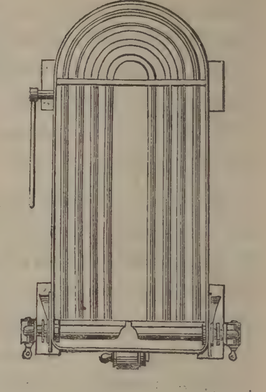
Première filtration. — En sortant des chaudières à déféquer, le jus passe à travers une caisse à débourber pour se rendre sur le filtre à noir en grains (fig. 42). Ce filtre contient quelquefois du noir neuf ou révivifié ; mais, le plus souvent, on fait passer les jus sur du noir qui a déjà servi pour les sirops. Cette marche enrichit les jus et reprend le sucre laissé dans le noir par les liquides plus denses ; elle est préférable dans la plupart des cas, bien que la décoloration soit moins sensible.

Concentration. — La concentration du jus filtré se fait rapidement dans des chaudières chauffées à la vapeur, soit à l'aide d'un double fond, soit par des tubes de circulation disposés en hélice ou en grille. La chaudière de Pecqueur (fig. 66) donne d'excellents résultats.

Cette chaudière repose sur un bâti en fonte et peut basculer dans la position indiquée par les lignes pointées, lorsqu'on fait prendre au levier la position indiquée également par des lignes

pointées. Lorsque le liquide est arrivé au point convenable, on fait basculer la chaudière et le liquide s'écoule par un robinet placé à l'extrémité inférieure. La vapeur circule dans des tubes en étrier, adaptés à un gros tube qui amène la

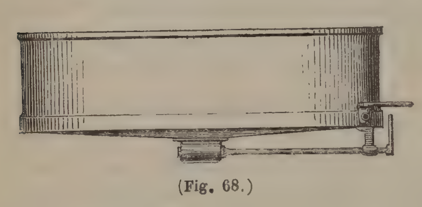




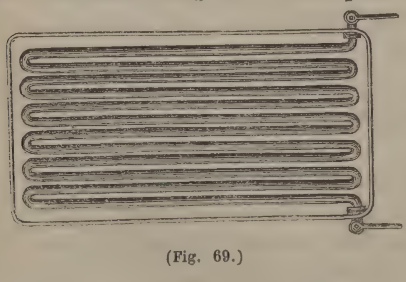
(Fig. 66 et 67.)

vapeur par l'intermédiaire d'une boîte à étoupes ; l'autre extrémité renvoie la vapeur en excès et l'eau condensée au retour d'eau.

M. Dubrunfaut a donné aussi une bonne chaudière à concentrer (fig. 68) dans laquelle le fond est incliné vers le milieu pour que tout le liquide s'écoule par un gros robinet de vidange. Cette chaudière est fixe. La grille se compose d'un tube (fig. 69), replié plusieurs fois sur lui-même, dans lequel la vapeur entre par une des extrémités et ressort par l'autre.



(Fig. 68.)

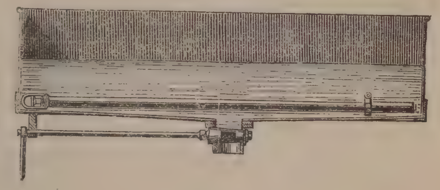


(Fig. 69.)

Cette chaudière, ainsi que la précédente, peut servir à la cuite à l'air libre, aussi bien que toutes les chaudières à concentrer.

La chaudière à concentrer de M. Moulfarine repose à peu près sur les mêmes principes que celle de M. Dubrunfaut, et elle n'en diffère que par quelques détails d'exécution. Le fond

en est horizontal et non incliné comme dans la précédente, la grille offre également quelques dispositions particulières. La plus importante consiste en ce que les tubes ne reposent pas sur le fond de la chaudière, mais en sont placés à une certaine distance, de manière à être enveloppés par le liquide (fig. 70). Cette chaudière est moins usitée que les deux précédentes, ou même que les chaudières ordinaires de forme ronde, semblables aux défécateurs (fig. 62 et 65), et dans lesquelles l'évaporation se produit par la vapeur circulant dans un faux fond ou dans des tubes courbés en hélice et placés au fond de la chaudière.



(Fig. 70.)

On se sert aussi, dans quelques fabriques, d'appareils à concentrer dans le vide; mais ces appareils sont plus généralement réservés pour la cuite, et l'on concentre le jus jusqu'à 26° ou 28° Baumé dans des chaudières à air libre, surmontées d'un dôme et d'une cheminée pour enlever les vapeurs abondantes qui se produisent pendant l'évaporation.

Lorsque le liquide *mousse* beaucoup pendant la concentration, on y jette un peu de corps gras qui arrête souvent l'effervescence; quelquefois aussi, la condensation devient extrêmement difficile, et il est impossible de maîtriser la mousse qui se produit en quantité énorme et fait déverser le liquide. Cet effet provient le plus souvent d'un excès d'alcali ou d'acide, qui tient en dissolution de l'albumine végétale, laquelle reparaît à la cuite. Il est nécessaire en pareil cas de traiter de tels liquides, soit par la chaux, soit par un agent susceptible d'enlever cette base si elle se trouve en excès.

Deuxième filtration. — Dans quelques fabriques, on fait subir aux jus une deuxième filtration, lorsqu'ils sont arrivés à une densité de 15° Baumé environ; cette filtration, qui se fait comme la première, est négligée par la plupart des fabricants, qui font arriver le plus promptement possible la concentration à 26° ou 28° Baumé.

Filtration décolorante. — Le sirop, à cet état de densité, est envoyé aux filtres à noir en grains, pour le débarrasser des matières étrangères rendues insolubles par la condensation et

tenues en suspension, ainsi que pour enlever une partie de la matière colorante qui s'est rapprochée ou qui s'est produite par l'application du calorique.

Le sirop passe dans un récipient, d'où on le dirige, à l'aide d'un monte-jus ou autrement, vers la chaudière à cuire.

Cuite. — Il est souvent utile, avant de cuire le sirop, de le soumettre à la clarification ; nous avons décrit cette opération (page 346). On clarifiera donc, après les avoir, autant que possible, neutralisés, les sirops provenant de racines qui auraient déjà subi un commencement d'altération, ou de betteraves de qualité inférieure, tenant trop de matières azotées, dues à une fumure excessive. Cependant, lorsque la défécation a été bien conduite et dirigée d'après un bon procédé, il est très-rare que la clarification soit indispensable, à moins qu'on ne veuille obtenir directement du sucre à livrer à la consommation. Or, avec la législation actuelle, ce progrès si désirable va devenir possible, puisque le fabricant pourra perfectionner son travail, et qu'il ne sera plus obligé, malgré tout, de ne pas dépasser la nuance de ce qu'on appelle le *type*[1].

Comme il est de l'essence des sociétés humaines que, tôt ou tard, les choses absurdes ou n'ayant pas de raison d'être finissent par disparaître, il était certain que, dans un avenir plus ou moins rapproché, le fabricant de sucre devrait raffiner son produit pour le livrer, à l'état de cassonade et à l'état de sucre blanc purifié, à la consommation directe. Il lui faut alors modifier son travail et ajouter, dans tous les cas, la clarification à ses opérations habituelles, qui devront être exécutées avec plus de soin qu'on ne le fait aujourd'hui. Il procédera directement à la mise en pains, au blanchiment, etc. Au reste, nous indiquons plus loin l'ensemble et la suite du travail à faire dans cette nouvelle situation.

Nous avons dit que la *cuite* n'est autre chose qu'un complément d'évaporation destiné à enlever l'excédant d'eau qui se trouve dans les sirops à 28° ou 30° Baumé, et les empêcherait de cristalliser.

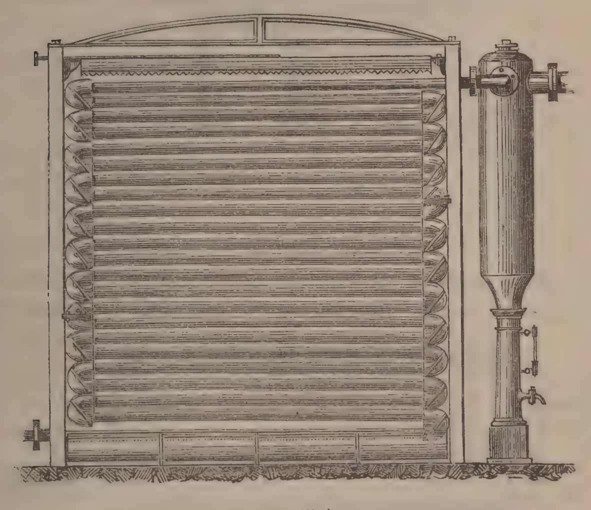
Cette opération peut se faire, à l'air libre, dans les chaudières à évaporer que nous avons précédemment décrites. Cependant, comme cette évaporation ne peut avoir lieu à l'air libre qu'à l'aide d'une température assez élevée (+ 120 à

[1] Loi nouvelle, mai 1860.

+ 130 degrés centigrades), et que l'on doit craindre d'altérer le sucre prismatique par une aussi forte application du calorique, on a recours, dans les fabriques bien organisées, à des appareils fonctionnant *à basse pression* à l'aide du vide.

On a imaginé plusieurs de ces appareils, dont les plus importants et les plus connus sont ceux d'Howard, de Roth, de Degrand et de Derosne. M. Payen donne la description suivante du dernier de ces appareils :

« Parmi les appareils les plus employés, ceux de Derosne et Cail présentent deux modèles. Dans l'un d'eux, la vapeur est



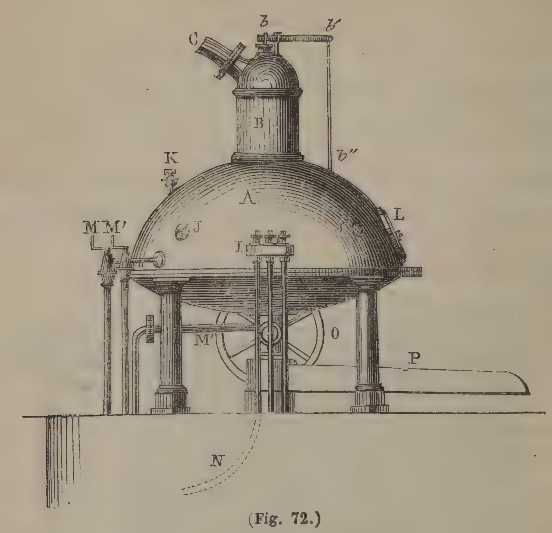
(Fig. 71.)

en partie condensée par deux serpentins à tubes horizontaux, sur lesquels on fait couler le jus déféqué et filtré[1] qui se concentre, en utilisant ainsi la vapeur du sirop soumis à la concentration.

« Ce moyen évaporatoire convient surtout dans les habitations coloniales, où le combustible manque. Pour les fabriques nouvelles de sucre de betterave, les mêmes constructeurs disposent généralement un condenseur à colonne et à injection centrale, dans lequel les sirops peuvent s'entreposer sans se mêler à l'eau de condensation s'ils viennent à déborder acci-

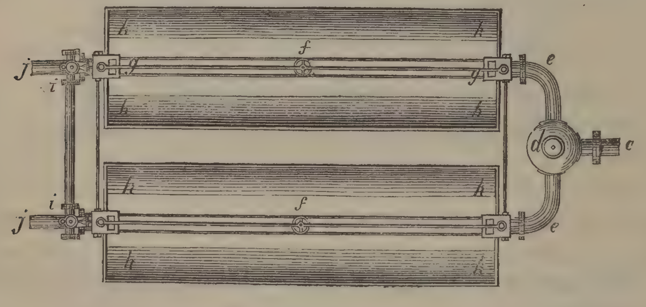
[1] Quand on s'en sert pour la condensation.

dentellement. Ces chaudières sont munies de lunettes qui permettent de voir la marche de l'opération, d'un petit appareil



(Fig. 72.)

à extraire le premier sirop dans une éprouvette, d'une sonde qui sert à prendre une très-petite quantité de liquide pour



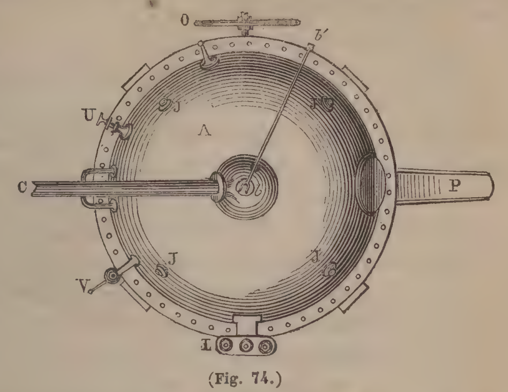
(Fig. 73.)

s'assurer de son degré de cuisson; enfin elles portent encore un robinet de vidange, un robinet à injecter le beurre[1] et un manomètre.

« Voici les principales dispositions du premier de ces appareils, dit *à serpentin et à double effet évaporatoire*. Les figures 71

[1] Dans le cas de *cuite folle*, lorsque les sirops moussent considérablement.

et 72 ci-dessus le représentent en élévation ; les figures 73 et 74 en donnent le plan : A, chaudière à double coupole et à double fond, réunis par une même bride; B, tête cylindrique dans laquelle une large soupape, mue par le levier *bb'* et la tige *b'b''*, intercepte et ouvre à volonté la communication entre l'intérieur de la chaudière



(Fig. 74.)

A et toutes les autres parties de l'appareil (tubes, colonne, serpentins, pompes) ; *cc*, tubes dirigeant les vapeurs vers les serpentins ; une colonne creuse (fig. 71) est interposée pour recevoir le jus ou sirop qu'une ébullition mousseuse peut accidentellement faire monter dans le tube C.

« Les deux tubes latéraux *ee* (fig. 73), disposés parallèlement à un plan vertical et maintenus par les saillies de chacun des coudes en bronze disposés entre les montants d'un bâti solide en bois, conduisent la vapeur vers les serpentins.

« Au dernier tube inférieur de chaque serpentin est adapté un tube (fig. 71) qui communique avec une pompe à faire le vide : celle-ci épuise à la fois l'eau condensée, l'excès de vapeur et l'air contenu dans l'appareil ou introduit par quelque fissure. Pour utiliser la chaleur que cède au serpentin la condensation de la vapeur, on fait couler sur toute la surface le jus déféqué et filtré.

« Celui-ci se distribue à l'aide des robinets *ii* qu'on ouvre à volonté en faisant tourner les tiges qui y sont adaptées ; le jus, arrivant d'un réservoir supérieur par le tube *j*, coule dans les caniveaux *gg*, percés de traits de scie dans toute leur longueur. Ces ouvertures sont maintenues au moyen d'une vis qui presse ou soulève le milieu du caniveau.

« Le jus, rapproché à moitié environ de son volume pendant ses chutes successives sur tous les tubes de chaque serpentin, s'écoule dans des caniveaux qui le dirigent dans un réservoir,

d'où on le puise à volonté par un des trois robinets I, qui le laisse monter jusque dans la chaudière A (fig. 72), où la concentration continue et amène le sirop à 26° ou 28°, terme de la deuxième filtration.

« Cette chaudière présente plusieurs dispositions que nous allons indiquer. Les trois robinets font communiquer par autant de tubes avec trois réservoirs : l'un, contenant le sirop évaporé sur les serpentins ; le deuxième, contenant le jus filtré une fois ; le troisième, renfermant le sirop à 26° ou 28°, filtré une deuxième fois. On peut donc introduire et rapprocher à volonté dans la chaudière l'un de ces trois liquides.

« La chaudière est chauffée par la vapeur venant d'un générateur, et introduite dans un double fond par le robinet M, et dans un serpentin en spirale par le robinet M'. Des disques en verre épais, maintenus par de fortes armatures JJ', laissent voir le liquide bouillant ; il est bien entendu que l'un de ces disques doit recevoir la lumière du jour ou d'une lampe dirigée par un réflecteur. Lorsqu'on voit le liquide s'élever en mousse, on y projette une petite quantité de beurre, en ouvrant un instant le robinet K qui donne passage au fond d'une petite capsule toujours remplie de cette matière grasse.

« Deux ustensiles servent à vérifier l'état de concentration dans la chaudière : l'un est un tube *a*, portant quatre robinets, et servant à prendre du liquide pour en observer la densité [1].

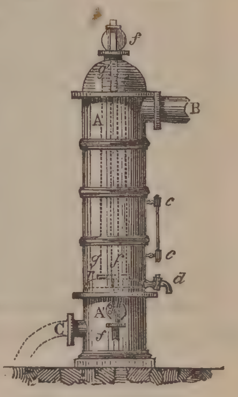
« Lorsque, dans la chaudière, on procède à la dernière concentration ou *cuite*, on ne peut plus vérifier ainsi l'état du sirop qui est trop visqueux ; on se sert alors du deuxième ustensile, qui consiste en un tube incliné à 45° dans la chaudière, fixé à ses parois, dans lequel on introduit un piston plein, portant à son extrémité une petite cavité ; celle-ci s'emplit de sirop au moment où, tournant le piston, on fait ouvrir un robinet à virole qui se referme aussitôt ; retirant alors le piston, on trouve dans la cavité quelques grammes de sirop qui suffisent pour prendre la preuve au *crochet*... »

[1] C'est une éprouvette mise en communication avec la partie supérieure de la chaudière, par un tube courbe à robinet *bb'* ; la communication avec le liquide est établie par un deuxième tube à robinet *c*. Ces deux robinets ouverts, le liquide coule dans l'éprouvette ; on ferme alors les deux robinets précités, et l'on ouvre le robinet à air *e* ; enfin, ouvrant le robinet *d*, le sirop coule ; on le reçoit dans une éprouvette ordinaire ; il suffit de plonger un aréomètre dans celle-ci pour connaître le degré du liquide.

On voit, d'après cette description, que cet appareil peut être employé à concentrer tous les degrés du liquide sucré, depuis le jus filtré qui se condense sur les serpentins, jusqu'au sirop qui parvient au degré de cuite dans la chaudière.

Lorsque la concentration est à son terme, on ferme la grande soupape, mue par la tige *bb''* ; on donne accès à l'air par un robinet, on ouvre le gros robinet de vidange en tournant la roue O, et le sirop, s'il a subi la dernière concentration, coule par un caniveau en cuivre P dans le rafraîchissoir ou dans le réchauffoir par un deuxième caniveau. Si la concentration n'était qu'au premier terme, on dirigerait le caniveau vers un entonnoir pour conduire le sirop dans un réservoir et de là vers un monte-jus (fig. 77); cette disposition permet d'envoyer par le tube ascendant le sirop dans le réservoir supérieur qui doit alimenter les filtres pour la deuxième filtration.

La disposition spéciale qui permet de pousser plus loin le vide dans la chaudière, et, par conséquent, d'évaporer plus vite à une plus basse température, est indiquée fig. 75.



(Fig. 75.)

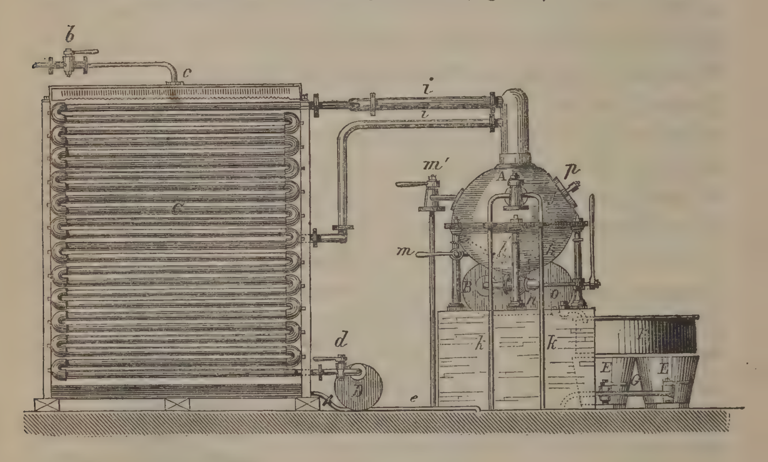
C'est une colonne creuse, seul vase interposé entre la chaudière et les pompes à faire le vide (les serpentins étant, dans ce cas, supprimés). L'ajutage du haut, en B, reçoit le tube venant du chapiteau de la chaudière ; l'ajutage du bas communique directement par le tube C avec les pompes. La capacité de la colonne A est divisée en deux par un diaphragme horizontal et le tube vertical *f*. Il reste autour de ce tube un espace qui reçoit le liquide accidentellement apporté par le tube B. On voit le niveau de ce liquide à l'aide du tube en verre *cc*; on peut donc le retirer en ouvrant le robinet *d*.

Le tube *ff*, percé de petits trous, et un autre semblable, *g*, amènent deux injections d'eau froide, qui condensent la vapeur durant toute la concentration et contribuent à rendre le vide plus complet.

Ajoutons à cette description que la plupart du temps, dans une fabrication suivie, la condensation des jus se fait à l'air

libre dans les chaudières à évaporer à double fond ou à serpentins, en sorte que les appareils à basse pression ne servent habituellement que pour la cuite ; on leur a même donné le nom d'*appareils à cuire*, qui justifie leur emploi ordinaire. Les serpentins sont donc d'un usage assez restreint, et l'appareil ordinairement employé se compose des pompes à faire le vide, de la colonne intermédiaire, et de la chaudière ou appareil proprement dit A.

Maintenant, il ne nous sera pas difficile de saisir le jeu des autres appareils de ce genre. Celui de Degrand, regardé par beaucoup de personnes comme très-avantageux, se compose d'une chaudière A et d'un serpentin C (fig. 76).



(Fig. 76.)

La chaudière est chauffée par un tube en serpentin *hh*. Pour y faire le vide, on y introduit de la vapeur par un tube *m'* qui chasse tout l'air contenu dans l'appareil, et va sortir par un robinet placé sur la sphère D, à l'extrémité du serpentin. Le sirop est aspiré par les tubes *kk*. Lorsqu'il est cuit, on le fait écouler par la partie inférieure de la chaudière dans un espace BO, où l'on a fait le vide d'avance, afin que l'air ne rentre pas dans l'appareil [1]. Les autres détails accessoires sont à peu près les mêmes que dans l'appareil précédemment décrit. La condensation de la vapeur se fait par un courant d'eau ou de

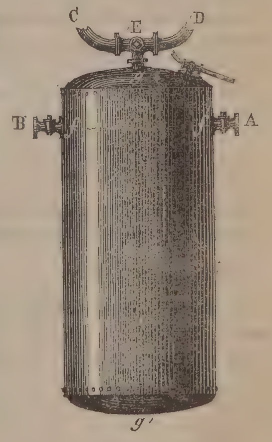
[1] Baudrimont.

jus qui circule sur les spires du serpentin, et qui y arrive par le robinet *b*.

Cristallisation. — La cristallisation du sucre brut de betterave et les travaux de l'empli, de l'étuve, etc., se conduisent comme il a été exposé précédemment (chap. I). Nous n'avons rien à ajouter à ce sujet, sinon que, depuis quelques années, l'emploi de la *turbine* a rendu de grands services à la fabrication. Cet utile instrument, outre son emploi habituel de servir à purger les sucres des seconds et troisièmes produits (voir plus loin), pourrait encore remplacer avec avantage l'opération longue et ennuyeuse du claircage ou du terrage.

Les sucres cristallisés en formes, après avoir subi un premier égouttage, seraient cylindrés et turbinés avec un léger clairçage dans la turbine même, que l'on pourrait obtenir de premier jet des cassonades presque blanches, susceptibles d'être employées à la consommation directe. Ces mêmes cassonades, un peu claircées, remises en formes et *tapées*, donneraient immédiatement du sucre de fabrication en pains... Il est vivement à désirer que l'administration achève de lever les obstacles dont elle a entouré l'industrie des sucres, et qu'elle fasse au fabricant lésé par le monopole une part plus équitable.

Les sucres turbinés ou séchés, lochés et cylindrés, sont mis en sacs, et entrent en magasin. A partir du pesage fait sous les yeux des employés du fisc (en France), le compte du fabricant est déchargé du poids constaté par la balance. Il ne reste plus à son débit que le sucre restant dans les mélasses ou sirop d'égout et autres produits inférieurs, du traitement desquels nous nous occuperons dans un chapitre suivant.



(Fig. 77.)

Un des appareils les plus utiles employés dans la sucrerie moderne est, sans contredit, le *monte-jus*, dont le nom indique suffisamment le but et l'usage. La figure 77 montre la disposition et la forme qu'on adopte le plus généralement.

Si nous supposons un cylindre vide, de forte tôle, dans le-

quel plonge jusqu'à une très-petite distance du fond un tube aspirateur gg', communiquant, à l'aide du robinet E, avec un ou même deux tubes conducteurs CD, et que nous placions un tube à robinet A pour l'introduction d'un liquide quelconque, un tube de trop-plein B pour indiquer le moment où la liqueur introduite a atteint la ligne de niveau *ff*, et de plus, sur le sommet de l'appareil, un tube destiné à amener de la vapeur, nous aurons toutes les pièces importantes, tous les organes essentiels d'un monte-jus.

La marche en est facile à saisir.

On ouvre le robinet A, et le liquide à faire monter s'introduit dans l'appareil. Lorsqu'il est arrivé au niveau *ff*, on ferme les robinets A et B. On introduit alors la vapeur après avoir ouvert le robinet E, s'il ne l'était déjà. Cette vapeur fait pression en *ff* sur le liquide, et le force à monter, par le tube aspirateur gg', à une hauteur donnée, d'autant plus considérable qu'elle est sous une plus grande pression[1].

Lorsque le liquide est monté, on intercepte la vapeur, on ouvre de nouveau les robinets A et B, et l'on emplit le cylindre dont on dirige le contenu à sa destination.

[1] On comprend, par exemple, que, si la vapeur pénètre dans l'appareil sous une pression de 5 atmosphères, on pourra élever une colonne d'eau à $10^m,26 \times 5$, soit $51^m,30$, et que l'ascension d'un liquide donné, sous une pression uniforme, sera en raison inverse de sa densité comparée à celle de l'eau. Dans de telles circonstances, avec une pression de 5 atmosphères, le mercure ne s'élèverait qu'à $0^m,76 \times 5 = 3^m,80$ seulement.

Les sirops s'élèveront moins que l'eau simple, et la diminution d'élévation sera en raison de leur densité. On peut admettre la formule suivante :

Soit a la densité de l'eau.

Soit b l'élévation de l'eau sous la pression atmosphérique, égale pour l'unité à $10^m,26$.

Soit c la densité du liquide à élever.

Soit b' l'élévation de ce liquide, sous la pression atmosphérique, égale pour l'unité à la valeur $\frac{ab}{c}$.

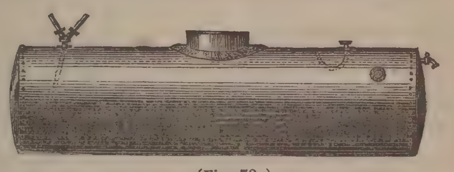
Enfin, soit d le coefficient de la pression réelle sous laquelle se trouve la vapeur introduite.

On aura pour base de l'élévation proportionnelle la relation :

$$b = 10,26 \times d :: b' = \frac{ab}{c} \times d.$$

Admettons, pour donner un corps à cette formule, que nous aurons, *au maximum*, à faire élever des sirops à 1321 de densité, sous une pression ha-

Dans ces conditions, les monte-jus pourront élever des liquides, jus, moûts ou sirops, du point le plus bas de la fabrique au point le plus élevé, et l'on suppléera ainsi à la disposition naturelle des lieux, à l'emploi des pompes, à de pénibles manœuvres, etc. Les réservoirs, les citernes peuvent être mis en communication avec un monte-jus, de manière à se vider entièrement au besoin, et l'on peut diriger les liquides vers tel point de l'usine que l'on désire. Ce genre d'appareil est aujourd'hui très-usité en sucrerie aussi bien qu'en alcoolisation, et il rend les plus grands services. Selon la place dont on dispose, on adopte le monte-jus vertical représenté par la figure 77 ci-dessus, ou encore la construction horizontale (fig. 78), qui offre exactement les mêmes avantages, la forme du monte-jus n'ayant qu'une importance très-secondaire.


(Fig. 78.)

Le lecteur ne doit pas s'attendre à trouver dans cet ouvrage une *revue cataloguée* des appareils destinés à la sucrerie, avec

bituelle de 3 atmosphères 1/2... On devra chercher la valeur de b' pour cette densité 1321 à l'aide du rapport $\frac{ab}{c}$; on trouvera cette valeur : $\frac{1000 \times 10,26}{1321}$ $= 7,76684...$ pour représentation numérique de b'.

Si l'on exécute la formule $b = 10,26 \times d :: b' = \frac{ab}{c} \times d$, on sera conduit pour la pression de $3^{atm},5$ aux chiffres proportionnels suivants :

$$10,26 \times 3.5 : 35,91 :: 7,76684 \times 3,5 : 27,1894.$$

Nous en concluons qu'une pression de 3 atmosphères 1/2 peut porter des sirops de 1321 de densité à $27^{m},1894$ de hauteur, en ne tenant pas compte des résistances, du frottement, etc.

On comprend, par ce seul exemple, combien il est aisé de se rendre compte de la hauteur à laquelle on peut faire parvenir un liquide donné, lorsque l'on connaît sa plus grande densité, et la pression moyenne de la vapeur dont on dispose.

Il va de soi que ces calculs n'ont qu'une valeur approximative ; mais on peut s'y conformer en pratique, en diminuant toutefois *un douzième* pour les résistances.

Pour les liquides moins denses que l'eau, la valeur de b' est toujours représentée par la formule $\frac{ab}{c}$, mais ce cas ne se présente pas en sucrerie.

les accompagnements d'éloges usités en pareil cas ; assez d'auteurs consacrent leur plume au panégyrique intéressé des machines de tel ou tel constructeur pour que nous n'ayons pas à regarder notre silence comme une lacune. Nous avons entrepris ce travail dans un but sérieux d'utilité, et non pour faire de la réclame au bénéfice des outillages si nombreux aujourd'hui; nous préférons d'ailleurs nous abstenir entièrement de parler de certains appareils plus ou moins inutiles, dont nous ne pourrions nous empêcher de blâmer les constructeurs, auxquels nous devrions adresser des reproches aussi graves que justement mérités.

Une des grandes fautes de plusieurs fabricants de chaudronnerie à l'usage des sucreries consiste dans le prix exagéré de leurs appareils. Il en est qui, profitant d'une vogue plus ou moins justifiée, ne craignent pas de prélever des bénéfices énormes, fort au-dessus des exigences d'un commerce honnête. Le fabricant de sucre doit se méfier des frais considérables auxquels il peut être entraîné dans cette voie. Un bon chaudronnier, le plus rapproché possible de sa localité, peut lui construire, à bon compte et dans de bonnes conditions de solidité, la plupart des appareils et instruments qui lui sont nécessaires; les objets indépendants de la chaudronnerie se trouvent presque partout, et l'établissement d'une fabrique doit être calculé et prévu d'après les règles d'une stricte et sévère économie, que l'on doit combiner avec la nécessité de faire le mieux et le plus vite possible.

Une usine, fabriquant aussi bien et autant qu'une autre, produit à un prix de revient d'autant moins élevé que les frais de premier établissement ont été mieux calculés, que les frais généraux sont moins considérables, et qu'on ne s'est pas laissé entraîner par les promesses illusoires des spécialistes[1].

Nous renvoyons au second volume de cet ouvrage les questions financières relatives à toutes les branches de l'industrie sucrière ; elles trouveront leur place naturelle et logique après l'étude du raffinage, avant l'examen des règlements administratifs et de la législation.

[1] Voir la *Note sur l'établissement d'une fabrique de sucre.*

CHAPITRE VII.

**SUCRE DE LA CAROTTE. — SUCRE DE LA CHATAIGNE.
SUCRE DES CUCURBITACÉES.
SUCRE DE LAIT. — SUCRE DE CHAMPIGNONS.**

Maintenant que nous avons étudié avec les détails nécessaires l'extraction du sucre prismatique contenu dans les plantes sucrières les plus importantes, nous allons passer rapidement en revue quelques autres végétaux susceptibles d'être exploités par la fabrication, dans certaines circonstances imprévues de disette ou de calamité publique.

Nous exceptons de ce groupe la carotte, que nous croyons dans de meilleures conditions, et qui, selon nous, mérite d'entrer dans la fabrication régulière ; quant aux autres plantes saccharines dont nous allons parler, on ne doit les regarder aujourd'hui que comme des succédanés très-accessoires des végétaux saccharifères habituellement exploités. Elles ont, d'ailleurs, d'autres usages économiques ou alimentaires qui sont de plus haute importance que leur produit possible en sucre. En général, l'industrie doit s'imposer pour règle de n'employer, comme matière première, que des plantes communes, faciles à obtenir, d'une culture améliorante, et qui laissent des résidus utilisables. Ce principe est la base de l'économie manufacturière, lorsqu'il se trouve surtout joint à la facilité du travail et à la rapidité du traitement. Sous ce rapport incontestable, on peut dire que les seules plantes à sucre exploitables, actuellement connues, sont la canne à sucre, le sorgho, la betterave et la carotte.

SUCRE DE CAROTTE.

On a essayé, sans succès, de faire du sucre de carotte... Ce mécompte ne doit pas être rejeté sur la plante, mais bien sur

l'inexpérience des opérateurs. Le sucre de la carotte est aussi facile à extraire que celui de la betterave, et ce, par les mêmes procédés. La seule différence qu'il convienne d'apporter au traitement de cette racine se trouve dans la défécation.

En effet, la carotte renferme une quantité très-notable de principes pectiques, qui s'opposent à la cristallisation lorsqu'ils existent dans les sirops. Tout le monde peut se rendre compte de cette difficulté, à l'aide d'une comparaison vulgaire : lorsque, dans la préparation d'un mets quelconque, on désire obtenir par le refroidissement une *gelée bien dense et consistante*, on y ajoute à la cuisson une certaine quantité de carottes, dont l'effet, outre une saveur agréable, est d'assurer la formation de cette gelée. Cela tient principalement à la *pectose* contenue dans ces racines. Sous l'influence de la chaleur et des acides naturels de la plante, ce corps devient soluble dans l'eau, et se prend en gelée par le refroidissement lorsque la liqueur est assez concentrée.

Il en est de même dans le jus des carottes traitées pour sucre.

Or, on sait que les principes gélatineux des fruits et des racines sont transformés en *acide pectique*, le plus souvent au contact des terres alcalines ; c'est donc la chaux qui parviendra à débarrasser la liqueur de ces corps spéciaux, qui sont le seul obstacle sérieux à la cristallisation du sucre de carotte.

L'emploi d'une quantité de chaux supérieure à celle que l'on a adoptée pour la betterave est indispensable lorsque l'on veut traiter des carottes, encore cette quantité est-elle très-variable selon les espèces que l'on emploie. Nous avons vu la proportion de chaux nécessaire varier entre 10 et 20 grammes par litre de jus exprimé, et nous pensons qu'il faudrait adopter, en moyenne, ce dernier chiffre.

D'ailleurs, rien n'est facile comme un essai préalable du jus sur lequel on doit opérer ; il ne s'agit que d'en prendre un litre et d'y verser successivement un lait de chaux *dosé*, jusqu'à ce qu'une dernière goutte ne produise plus de précipité. La quantité de lait de chaux versée représente le minimum à employer dans les opérations, et il vaut mieux ajouter un petit excès d'hydrate de chaux que de ne pas faire une défécation complète.

Nous avons constamment retiré, dans toutes nos expériences sur la carotte, 4 pour 100 de sucre cristallisé, et plusieurs fois le rendement s'est élevé à 5,5 et 6 pour 100. La valeur sucrière de cette racine est à celle de la betterave, comme 145 est à 195 en moyenne. On voit par là que des essais sérieux sur cette plante auraient les plus grandes chances de réussite. Lorsqu'on s'est bien débarrassé des substances étrangères par une bonne défécation, la concentration, la décoloration, la cuite et la cristallisation marchent avec régularité, et l'on n'a presque jamais d'accidents à redouter.

Les fabricants devraient toujours avoir présents à l'esprit ces principes : sans défécation, la sucrerie n'est pas possible ; la mauvaise défécation est la ruine d'un établissement, et cette opération bien conduite permet d'extraire le sucre de toutes les matières qui le renferment.

Toutes les conditions économiques d'une bonne fabrication se trouvent réunies dans l'emploi de la carotte comme plante sucrière, et, au point de vue agricole, elle offre au moins autant de valeur que la betterave, sur laquelle elle l'emporte par les qualités plus saines et plus nutritives de sa pulpe.

SUCRE DE LA CHATAIGNE.

Bien que cette fabrication ne présente pas de grands avantages quant à présent, et quoiqu'il semble que la canne, le sorgho et la betterave puissent fournir en tout temps la quantité de sucre nécessaire à la consommation générale, il n'est pas moins du plus haut intérêt pour le fabricant d'étudier les autres végétaux qui sont susceptibles de donner du sucre dans des circonstances imprévues.

La châtaigne a été l'objet de travaux aussi curieux que recommandables à l'époque du blocus continental, et l'on peut espérer que ce fruit, convenablement manipulé, pourrait aider sérieusement à combler le déficit du sucre, et, en outre, à procurer une notable quantité de farine propre à certains usages alimentaires. La seule objection apportée contre l'emploi industriel de la châtaigne est tout entière basée sur une fausse appréciation de la situation agricole. On a voulu considérer la

châtaigne comme indispensable à l'alimentation des pays où elle est récoltée, et l'on a cru qu'il y aurait une faute grave à transformer industriellement le produit du châtaignier. Cette objection tombe d'elle-même, quand on examine de plus près la question.

Un pays bien organisé et bien cultivé doit pouvoir fournir à tous ses habitants une nourriture saine et abondante ; l'alimentation doit être à des conditions de prix accessibles à tous, et il est à la fois de la plus haute injustice et de la plus grande imprudence que des provinces entières soient réduites à se nourrir de bas produits plus ou moins indigestes, comme le sarrasin et la châtaigne.

Que l'on donne au Limousin et au Breton une ration convenable de pain et de viande, et bientôt la châtaigne et le sarrasin pourront faire partie des matières premières de l'industrie, celle-là pour les sucres, celui-ci pour la fécule et l'alcool; les habitants de ces provinces n'en consommeront plus d'une manière habituelle, et n'en feront plus la base essentielle de leur nourriture.

Ceci est très-loin d'être paradoxal, et nous ne voyons pas pourquoi les uns seraient au régime du pain de froment et de la viande, pendant que tant d'autres ne les connaissent encore que de nom. Nous avons vu de nos yeux jusqu'à quel point les populations bretonnes ont dégénéré sous le rapport de la constitution physique et même au moral, et il nous a été impossible d'attribuer les déplorables effets que nous avons observés à une autre cause qu'à l'insuffisance et à la mauvaise qualité de leur nourriture.

On peut étendre *à priori* le même raisonnement à toutes les contrées où les bienfaits réunis de l'agriculture raisonnée, de l'industrie et du commerce, n'ont pas étendu leur influence bienfaisante.

Ajoutons à cela que le châtaignier se plaît dans les sols peu fertiles, et qu'il croît dans un grand nombre de terrains impropres à toute autre culture. Ce serait une grande idée, une utile innovation, que d'encourager la plantation de cet arbre précieux dans les landes et les pâtis communaux, sur les bords des grandes routes, et de le mélanger dans les forêts et les parcs aux autres essences. Nous pensons, à l'égard du châtaignier, ce que nous avons déjà dit par rapport à l'érable à

sucre ; mais il n'y a que les gouvernements seuls qui puissent prendre l'initiative en pareille matière, et les simples particuliers ne peuvent faire que des efforts et des vœux impuissants.

Quoi qu'il en soit, nous reproduisons ici un extrait du mémoire de MM. Darcet et Alluaud, inséré au *Moniteur*, les 30 et 31 mars 1812, dans lequel ils rendent compte des expériences du chimiste toscan M. Guerrazi, et de leurs travaux personnels sur le sucre de châtaigne et son extraction. Nous ferons suivre cette pièce remarquable de quelques observations sur le mode de fabrication de ce produit.

« La découverte du sucre de châtaigne, nouvellement annoncée par M. Guerrazi, de Florence, est due à M. Parmentier, qui l'a annoncée depuis plus de trente ans. Dans son *Traité de la châtaigne*, publié en 1780, ce savant philanthrope donne une analyse de ce fruit. Le sucre qui s'y trouve n'échappa point à ses recherches, et quoiqu'elles n'eussent pas pour but d'en faire l'extraction, en rapprochant ses diverses observations, en les réunissant aux moyens qu'il a employés pour analyser la châtaigne, on reconnaît qu'il ne lui restait plus qu'à faire l'application de ces moyens pour entreprendre en grand l'extraction du sucre qu'elle contient. »

Les châtaignes de Toscane sont jusqu'à présent celles qui paraissent contenir le plus de sucre. D'après la première expérience de M. Guerrazi, 100 parties de ces châtaignes sèches lui ont fourni 60 de farine et 40 de sirop, dont il a extrait 10 parties de moscouade cristallisée. Un résultat si avantageux ne pouvait manquer de fixer l'attention de S. A. la grande-duchesse, et, d'après ses ordres, M. le préfet de l'Arno fit répéter les expériences de M. Guerrazi dans le laboratoire du musée de Florence, par une commission composée des plus célèbres chimistes de cette ville. Il résulte du procès-verbal de cette commission que, ainsi que M. Guerrazi semble l'avoir prévu, les produits de cette expérience ont été plus considérables que ceux qu'il avait annoncés d'abord, puisqu'on a obtenu 64 pour 100 de farine et 44 de sirop, dont on a retiré 14 de sucre.

Voici le procédé de M. Guerrazi.

Immédiatement après avoir récolté les châtaignes, on les dépouille de leur enveloppe, soit en les battant avec un fléau, soit en forçant cette enveloppe à s'ouvrir en roulant un cylin-

dre de bois d'un poids assez fort sur des couches horizontales de châtaignes, soit enfin par d'autres procédés équivalents. Ces châtaignes ainsi dépouillées sont desséchées de la manière suivante :

On construit une chambre carrée en forme d'étuve, n'ayant qu'une porte et des tuyaux dans les parties latérales pour donner issue à la fumée.

Le plancher supérieur de cette chambre doit être carrelé en briques plates ; la couverture doit être close, la porte et la fenêtre doivent fermer hermétiquement, afin qu'il ne s'échappe que le moins de chaleur possible.

Les choses étant ainsi disposées, on étend les châtaignes sur toute la surface du plancher, et l'on entretient, dans la partie inférieure de ce bâtiment, un feu assez ardent pour communiquer sa chaleur au plancher.

A mesure que l'air s'échauffe, les châtaignes se dessèchent ; et pour que cette opération se fasse également, on doit avoir soin de les remuer avec un râteau pour changer les surfaces et pour faciliter leur entière dessiccation.

Lorsque les châtaignes sont parfaitement sèches, ce qui se reconnaît par la dureté qu'elles ont acquise, et lorsqu'elles sont cassantes, on les retire de ce séchoir pour les transporter dans un lieu où elles peuvent être conservées jusqu'à l'année suivante.

Avant de commencer l'opération, on concasse grossièrement les châtaignes, de manière à les réduire en trois ou quatre fragments, ce qui facilite en même temps la séparation de la pellicule, qui adhère quelquefois très-fortement, et qu'il est bon d'extraire, autant que l'on peut, par des moyens simples et mécaniques.

On met les châtaignes ainsi concassées infuser dans l'eau, qui doit les surnager.

Après cinq ou six heures, on soutire cette eau, dont la portion inférieure est bien plus chargée que la supérieure.

On ferme le trou ou robinet, et l'on verse une nouvelle quantité d'eau, que l'on soutire de même après cinq ou six heures, en la remplaçant par une troisième, que l'on traite de la même manière.

Il est prudent, surtout en été, de soumettre à l'évaporation l'eau des différentes infusions, à mesure qu'on la sépare des

châtaignes, pour la soustraire à la fermentation, qui s'y établirait assez promptement.

Comme l'eau, en même temps que le sucre et d'autres matières, a dissous l'albumine végétale qui existait dans les châtaignes, celle-ci, en se coagulant par la chaleur, clarifie parfaitement l'infusion qui, réduite à un tiers par l'évaporation et filtrée, est portée, par une nouvelle évaporation, à une consistance de sirop épais, ou à 38° du pèse-liqueur de Baumé.

Il faut préférer pour l'évaporation les chaudières plates, évasées, peu profondes, et évaporer peu d'infusion à la fois, pour n'être pas obligé de la tenir longtemps sur le feu.

On dispose le sirop à donner promptement et abondamment du sucre cristallisé, en le remuant pendant quelques minutes avec une écumoire, de façon à y engager une certaine quantité d'air.

Le sirop ainsi préparé est distribué dans des terrines évasées et peu profondes, où il se prend d'autant plus promptement en cristaux que son épaisseur est moindre et sa surface plus grande. Le remuement, répété de temps en temps dans les terrines, accélère la cristallisation.

Lorsque tout le sirop est pris en une masse bien consistante, on le délaye avec une petite quantité d'eau, et on le soumet, dans un sac de toile bien serrée, à une forte pression.

On obtient, par ce moyen, une moscouade qui, quoique sentant un peu la châtaigne, est plus sèche, moins colorée que la plupart des moscouades de canne, et qui, par le raffinage, peut être aisément portée au plus haut degré de pureté et de blancheur.

Quant aux châtaignes séparées de l'eau de la troisième infusion, on les soumet à une très-forte pression ; ainsi exprimées, elles peuvent être parfaitement séchées en trois heures au soleil en été, et dans un temps à peu près égal, au vent ou à l'étuve ; mais il faut que la dessiccation en soit prompte, autrement elles subissent une fermentation qui les altère.

En séchant, on les voit brunir à la surface, mais dans l'intérieur elles sont blanches ; elles donnent à la meule une farine assez passable, et qui, mêlée en proportion convenable avec celle de froment, sert à faire de bon pain.

L'auteur ajoute que toutes les espèces de châtaignes peu-

vent donner et donnent en effet plus ou moins de sucre ; cependant il est toujours préférable de choisir celles qui sont les plus douces, les plus blanches, et qui n'ont pas été fortement colorées dans le séchoir.

En été, et lorsqu'on les a gardées un certain temps, il faut s'assurer qu'elles ne sont ni gâtées ni devenues rances, ce qui arrive quand on ne les conserve pas dans un lieu bien sain et à l'abri de l'humidité.

Chargés de répéter les expériences de M. Guerrazi sur des châtaignes de France, d'en faire de comparatives avec celles de Toscane, et enfin de varier, par quelques essais de perfectionnement, les procédés indiqués, MM. Darcet et Alluaud ont commencé par s'assurer de la perte en eau que les châtaignes fraîches éprouvent dans leur dessiccation.

Sur 500 grammes de châtaignes fraîches du Limousin, cette perte a été de...........................	273 grammes.
Le poids du fruit sec s'est trouvé de................	181 —
Et celui des enveloppes et des pellicules, de.........	46 —
Total.........	500 grammes.

D'après cette proportion, 100 parties de châtaignes vertes produisent 45,40 de châtaignes sèches, et 36,20 de fruits secs et dépouillés de la peau qui les recouvrait.

Voici le résultat des expériences que MM. Darcet et Alluaud ont faites sur des châtaignes du département de la Haute-Vienne :

Après avoir fait sécher ces châtaignes dans une étuve chauffée par une lampe à courant d'air, on les a dépouillées, autant que possible, de la deuxième pellicule ; on en a ensuite pesé 3 kilogrammes, qui ont été divisés en deux lots : l'un, pesant 2 kilogrammes, était composé de morceaux dont les plus volumineux étaient de la grosseur des petits pois ; l'autre, pesant 1 kilogramme, était en partie réduit en poudre, dont les plus gros grains étaient comme du riz. On avait préparé d'avance un petit cuvier, en y adaptant un robinet au fond, et en garnissant ce dernier d'un lit de paille. On a placé sur la paille les 2 kilogrammes de châtaignes du premier lot, on a couvert cette couche avec le deuxième lot, et enfin on a versé pardessus le tout 8 litres d'eau froide, à la température de 12 degrés centigrades.

Les châtaignes se sont insensiblement gonflées ; mais l'eau n'a pas été entièrement absorbée, et il en est resté toujours en quantité suffisante pour qu'elle surmontât les châtaignes.

Après cinq heures d'infusion, on a retiré par le robinet 4 litres moins 1/4 de liqueur légèrement acide, et qui marquait 8° 1/2 au pèse-liqueur de Baumé pour les sels et les lessives. Nous nommerons cette liqueur A.

On a remis sur le marc 4 litres d'eau, et on a laissé reposer le tout pendant cinq heures ; on a ensuite retiré 4 autres litres de liqueur un peu acide et marquant 3° au même aréomètre. Nous la désignerons par B.

On a versé sur le marc 4 litres de nouvelle eau, on a laissé infuser toute la nuit, et on a obtenu encore 4 litres de liqueur marquant 1° 1/2 et légèrement acide, C.

Ces 4 litres ont été de nouveau remplacés par une semblable quantité d'eau, qui, cinq heures après, a rendu 4 litres moins 1/4 de liqueur marquant 1° à l'aréomètre, D.

Enfin, on a versé 3 litres d'eau sur le marc pour en éviter la fermentation, et le lendemain matin on en a soutiré 3 litres de liqueur à zéro.

Le marc de châtaignes, bien pressé et séché d'abord au bain-marie, et ensuite à l'étuve à quinquet, à la température de + 170 degrés centigrades, s'est trouvé du poids de 1^k,795, ce qui fait 59,80 pour 100 de châtaignes employées, et contenant 10 d'humidité, ou 66,40 pour 100 de châtaignes qui en seraient entièrement privées.

Traitement des eaux de lavage. — La transparence de ces eaux était altérée par une certaine quantité d'amidon qu'elles tenaient en suspension. Cet amidon se convertissait en colle aussitôt que la liqueur était assez fortement chauffée pour en coaguler l'albumine, et il suffisait pour faire prendre cette liqueur, par le refroidissement, en masse tellement visqueuse, qu'il n'était plus possible de la filtrer dans cet état.

Pour remédier à ce grave inconvénient, MM. Darcet et Alluaud ont essayé de laisser déposer les eaux de lavage au sortir du cuvier, et de les séparer par décantation du dépôt d'amidon. Ce moyen a parfaitement réussi : les eaux de lavage, après avoir reposé pendant douze heures, et les liqueurs claires ayant été soutirées au siphon, ont été successivement examinées, en faisant bouillir séparément une petite portion

de chacune d'elles. La liqueur A contenait beaucoup d'albumine, que l'ébullition du liquide a coagulée en gros flocons ; la liqueur D n'en contenait qu'une quantité inappréciable, et la liqueur C n'en a présenté aucune trace.

Les liqueurs ont été mêlées ensemble, afin que l'albumine des premières servît à clarifier les dernières : comme elles étaient légèrement acides, on y a ajouté environ 60 grammes de craie pour opérer la saturation de l'acide.

Ensuite on procéda à la cuite de ces eaux : lorsqu'elles furent portées à l'ébullition, elles se troublèrent et l'albumine se coagula en gros flocons d'un brun vineux; la liqueur devint alors parfaitement claire, et, après l'avoir fait évaporer jusqu'à ce qu'elle marquât 10° à l'aréomètre, on la fit passer à travers une toile d'un tissu serré pour en séparer la craie et l'albumine.

La filtration terminée, le sirop fut de nouveau soumis à l'évaporation jusqu'à ce qu'il fût réduit tout chaud à 38° de l'aréomètre de Baumé, degré de cuisson recommandé par M. Guerrazi.

Le sirop amené à ce point fut mis dans une capsule; pendant le refroidissement, on l'agita continuellement avec une cuiller, pour y introduire la plus grande quantité possible de bulles d'air. Il fut ensuite déposé dans un lieu sec et chaud, et l'on continua de lui faire subir la même agitation tous les jours, matin et soir, afin de faciliter le rapprochement des molécules du sucre cristallisable.

Au bout de quinze jours, de petits cristaux commencèrent à paraître ; au fur et à mesure que la cristallisation avançait, le sirop, qui était fort épais, devenait plus liquide ; après le vingt-septième jour, elle parut terminée. La masse du sirop non cristallisable, quoique coulante, empâtait assez fortement les petits cristaux *granuliformes* du sucre, et les empêchait de se réunir. On ajouta un peu d'eau pour diminuer la viscosité de ce sirop, on versa le tout dans un linge fin plié à plusieurs doubles, et on le soumit ainsi, d'abord à l'action graduée de la presse du fondeur, et ensuite à celle de la presse hydraulique.

On obtint par ce moyen 275gr,50 de belle cassonade couleur nankin et presque aussi sèche que la cassonade du commerce, produit égal à celui de 5,85 de moscouade mar-

chande par 100 de châtaignes sèches du commerce, et à celui de 6,50 par 100 de châtaignes sèches sortant de l'étuve.

MM. Darcet et Alluaud observent : 1° qu'il convient de diviser les châtaignes en trois ou quatre tranches avant de les porter à l'étuve, plutôt que de les peler : cette opération sera d'autant plus simple qu'on pourra la faire à l'aide d'un découpoir. Lorsque les châtaignes seront sèches, il suffira de les agiter dans une caisse octogone, à laquelle on imprimera un mouvement de rotation, pour en détacher la peau et la pellicule, qu'on en séparera ensuite au moyen du van. Les eaux de lavage entraîneront ainsi moins d'amidon, et, si elles en contenaient encore une certaine quantité, on la laissera déposer, et l'on soutirera les eaux claires par décantation.

2° Les premières eaux de lavage dissolvant la plus grande partie du sucre et de l'albumine contenus dans les châtaignes, il est inutile de les lessiver jusqu'à zéro ; mais si les sirops non cristallisables fournissent assez d'alcool pour que la distillation en présente des bénéfices ; si l'extrait qui restera dans les châtaignes empêche la pâte de subir la fermentation panaire, et prive de les faire entrer dans la confection du pain ; si enfin la farine de châtaignes, dépouillée de tout l'extrait, est propre à cette confection et acquiert dans cet état une valeur plus considérable, il sera plus avantageux de lessiver jusqu'à zéro.

3° L'idée d'agiter le sirop après sa cuisson, pour y introduire une grande quantité de bulles d'air, est très-ingénieuse. En effet, lorsqu'on ne rapproche le sirop de châtaigne qu'à 38° de l'aréomètre de Baumé, ce sirop contenant encore une assez grande quantité d'eau pour tenir tout le sucre en dissolution, il est évident que la cristallisation ne peut avoir lieu qu'autant qu'une évaporation lente a réduit les principes de ce sirop à des proportions convenables. L'agitation du sirop en multiplie les points de contact avec l'air, et, si ce fluide est bien sec, il facilite la cristallisation en absorbant ou dissolvant une partie de l'eau. De plus, outre que la grande quantité de bulles d'air qu'il introduit dans le sirop en rend la masse plus légère, elle la divise par des milliers de petites géodes, et les molécules cristallines, engagées dans des cloisons peu épaisses qui tapissent ces géodes, viennent alors sans effort en tapisser les parois ; enfin, la cristallisation qui s'opère à la fois dans toute la

masse sirupeuse est d'autant plus prompte, que l'eau s'unit à l'extrait gommeux, dont elle diminue la viscosité au fur et à mesure qu'elle abandonne les molécules cristallines du sucre.

C'est par ce moyen que M. Guerrazi est parvenu à faire cristalliser le sirop de sucre de châtaignes, qui, livré à lui-même dans une étuve, s'y prend en masse gommeuse, sans donner aucun indice de cristallisation.

La moscouade qu'on obtient est sensiblement colorée et retient toujours un peu de sirop non cristallisable ; on l'en dépouillera en grande partie, si, après l'avoir comprimée dans des formes, on fait filtrer à travers une certaine quantité d'eau. En faisant servir cette eau à de nouveaux lavages, le sucre qu'elle aura dissous dans cette opération ne sera point perdu, le produit sera plus blanc et conservera moins la saveur de la châtaigne ; enfin, on pourrait terminer avantageusement ce lavage avec l'alcool.

4° La dessiccation tendant à diminuer la quantité des principes cristallisables contenus dans la châtaigne, il paraîtrait plus avantageux d'opérer sur la châtaigne fraîche que sur la châtaigne sèche ; mais la châtaigne verte ne se conservant que six mois de l'année, les manufactures seraient obligées de suspendre leurs travaux pendant les six autres mois ; tandis qu'en opérant sur la châtaigne sèche, elles pourront travailler l'année entière. D'ailleurs, il est des années où plus de la moitié des récoltes est détruite par la moisissure et la pourriture ; la dessiccation prévient en grande partie cette perte.

Il est beaucoup de cas où l'économie des trois cinquièmes que la dessiccation apportera dans les frais de transport sera plus grande que les avantages qu'on aurait à opérer sur la châtaigne verte ; sous ce rapport, il est essentiel que la dessiccation se fasse à la campagne ; elle présentera encore une economie de moitié dans la différence du prix du combustible.

5° Le mode de dessiccation usité en Toscane est encore susceptible de perfectionnement ; il est probable qu'une étuve à courant d'air chaud, dont la température pourra être graduée à volonté, remplira entièrement l'objet qu'on doit se proposer, en procurant la plus grande économie possible de temps et de combustible. C'est surtout en Limousin que cette méthode de dessiccation aura une influence doublement utile. La châ-

taigne, n'étant plus exposée au contact de la fumée, ne contractera pas le goût d'empyreume qu'elle lui communique.

Les auteurs terminent leur mémoire par des considérations sur l'importance de la culture des châtaignes, principalement dans le ci-devant Limousin.

La superficie des terrains plantés en châtaignes dans le département de la Haute-Vienne est de 40,000 hectares environ, rapportant de vingt à vingt-quatre sacs de châtaignes du poids de 60 kilogrammes : en sorte que la récolte totale est annuellement au moins de 480,000 quintaux métriques.

En consacrant la moitié de cette récolte à la fabrication du sucre, elle sera réduite, par la dessiccation et le dépouillement de la peau, à la quantité de 86,880 quintaux, qui, d'après les résultats des expériences faites par MM. Darcet et Alluaud, produiront :

En moscouade.............	592,521	kilogrammes.
En farine.................	5,768,802	—
En sirop de mélasse.........	2,822,950	—

Et enfin la peau qui en proviendra, s'élevant à la quantité de 22,080 quintaux, sera utilement employée à chauffer les étuves, avec d'autres combustibles dont elle enrichira les cendres, et fournira, seule, une quantité considérable de potasse.

Que maintenant on considère que le département de la Haute-Vienne ne comprend qu'environ le tiers du plateau granitique de l'ancienne province du Limousin, sur lequel le châtaignier est cultivé avec un égal succès ; que les départements de la Creuse, de la Corrèze, sont appelés à partager les mêmes avantages, dont quelques parties de la Charente et de la Dordogne jouiront encore ; que l'on considère que les châtaignes des Cévennes, de la Bretagne, des environs de Lyon et de plusieurs autres contrées de la France doivent aussi contenir du sucre dans une certaine proportion ; que la Corse, la Toscane et plusieurs provinces du royaume de Naples font d'abondantes récoltes de ce fruit précieux, on sera convaincu que parmi les moyens employés jusqu'à ce jour pour remplacer le sucre de canne, il n'en est pas de plus certain et de plus digne des encouragements du gouvernement que celui proposé par M. Guerrazi...

A quelque temps de cette communication, M. Alluaud

adressa au préfet de la Haute-Vienne un mémoire sur la préférence à accorder au procédé de dessiccation des châtaignes usité en Toscane, comparativement à celui du Limousin. Ce mémoire, parvenu au ministre du commerce, fut l'objet d'un rapport à la Société d'encouragement, rédigé par Bosc ; nous en extrayons ce qui suit :

« Le séchoir employé dans le département de la Haute-Vienne et autres environnants, même dans toute la France, est un bâtiment carré isolé de l'habitation, dont la surface est d'environ 9 mètres et la hauteur de 4 mètres. A la moitié de cette hauteur se placent des solives qui supportent des claies, sur lesquelles on répand une couche de châtaignes de 16 centimètres d'épaisseur. Au-dessous, on allume un feu modéré, qu'on entretient ordinairement jour et nuit, et qu'on change souvent de place. La dessiccation de cette quantité de châtaignes, qu'on remue deux ou trois fois par jour, s'opère en vingt ou vingt-cinq jours.

« M. Alluaud reproche à ce séchoir : 1° d'être sujet à prendre feu ; 2° de ne pouvoir recevoir un degré de chaleur assez élevé et assez égal ; 3° de donner inutilement lieu à une grande consommation de bois et de temps ; 4° de faire souvent contracter aux châtaignes une odeur d'empyreume fort désagréable. Il observe de plus que, les châtaignes n'étant pas dépouillées de leur peau, cette peau ralentit leur dessiccation et occasionne une altération dans leur saveur.

« Ces reproches sont fondés, mais peuvent tous être atténués par l'effet des soins de ceux qui surveillent la dessiccation : aussi dans les Cévennes, où ils sont plus rigoureux que dans le Limousin, se plaint-on rarement de l'accident du feu et de l'odeur d'empyreume des châtaignes sèches. Là on dépouille les châtaignes de leur peau le jour même qu'on les retire de dessus la claie, de sorte qu'elles n'offrent jamais cette couleur noire et cette saveur amère qui sont si communes dans celles du Limousin, où l'on n'ôte la peau qu'à mesure de la consommation.

« Les séchoirs que M. Alluaud propose de substituer à ceux de son pays sont ceux de Toscane. Ces derniers ne sont pas connus au comité d'agriculture ; mais M. de Lasteyrie qui les a vus nous assure qu'ils ne différaient pas sensiblement des nôtres.

« Il ne suffit pas d'indiquer des moyens parfaits pour opérer la dessiccation des châtaignes ; on doit faire en sorte que ces moyens soient, sous les rapports de l'économie et de la facilité de l'exécution, à la portée de ceux qui s'en servent. Or, tous les habitants des montagnes qui se nourrissent de châtaignes sont extrêmement pauvres, habitent des hameaux fort écartés les uns des autres, et qui ne peuvent souvent, à cause de l'abondance des neiges, communiquer pendant l'hiver. Ainsi la première de ces circonstances empêche qu'ils puissent construire des séchoirs très-coûteux, et la seconde s'oppose à ce qu'on leur en fasse construire de banaux, c'est-à-dire de communs à plusieurs hameaux, puisqu'ils ne pourraient en faire usage à l'époque la plus convenable. Forcer les habitants des pays de montagnes, qui n'ont que six mois d'été, à interrompre leurs travaux agricoles après la récolte des châtaignes pour les porter à un séchoir commun, serait les empêcher de semer leurs seigles, de récolter leurs pommes de terre, leurs raves, etc. Ce n'est point pour l'hiver qu'on dessèche les châtaignes, c'est pour le printemps et l'été suivant : aussi les habitants des montagnes ne se pressent-ils pas de leur faire subir cette opération, puisque, lorsqu'elles sont complétement mûres, elles se conservent fort bien fraîches pendant trois ou quatre mois. Il est vrai que cette complète maturité est rare, et qu'elles s'altèrent le plus souvent avec beaucoup de rapipité, comme on s'en apercoit même à Paris, où l'on n'envoie cependant que des châtaignes choisies.

« J'ajouterai qu'enterrées à deux ou trois pieds dans un terrain sec, et stratifiées avec de la terre de bruyère (sans doute encore mieux avec du poussier de charbon), elles peuvent se conserver dix-huit mois bonnes à manger, si j'en juge d'après une expérience faite aux environs de Paris, climat moins favorable à ce fruit que celui des montagnes, à raison de sa plus haute température.

« Pour jouir des avantages d'un séchoir aussi parfait que possible, il faudrait, selon M. Alluaud, que les châtaignes fussent préalablement dépouillées de leur peau ; et comme cette opération est économiquement impossible, il propose de les diviser en trois ou quatre morceaux avec des coupoirs faits exprès.

« Le comité reconnaît que des châtaignes coupées se sécheraient bien plus promptement que des châtaignes entières ;

mais le résultat serait-il aussi bon, aussi susceptible de conservation que celui des châtaignes desséchées dans leur peau? C'est ce que l'opinion des habitants des montagnes et les observations de l'un de nous rendent plus que douteux. En effet, si l'action immédiate de la fumée altère toujours les châtaignes les plus légèrement entamées par accident, que ne produirait-elle pas sur celles qui lui présenteraient une ou deux surfaces?

« Il semblerait que la dessiccation au four devrait être préférable; mais l'expérience a prouvé que les châtaignes qui y avaient passé étaient moins savoureuses et se cuisaient plus difficilement. Aussi, nulle part que nous sachions ne l'opère-t-on par ce moyen, ni par celui des étuves, qui s'en rapproche beaucoup. Il semble que l'acide de la fumée ou un grand courant d'air est nécessaire au succès de l'opération.

« De toutes les pratiques connues pour dessécher les châtaignes, celle des montagnes d'Espagne, observée par l'un de nous, est la plus conforme aux principes de la saine physique, et la plus économique; mais elle tire une partie de ses avantages de la manière de construire les maisons rurales dans ce pays.

« La principale pièce de l'habitation est surmontée d'une pyramide quadrangulaire, le plus souvent équilatérale, dont le sommet tronqué donne issue à la fumée du feu qu'on place immédiatement au-dessous, c'est-à-dire au milieu de la pièce. Dans la hauteur de cette pyramide on établit trois étages de claies à 3 pieds environ de distance l'un de l'autre. Le premier sert à mettre les châtaignes fraîches, qui, lorsqu'elles sont à moitié desséchées, sont transportées sur le second, et ensuite sur le troisième, leur quantité étant calculée en conséquence. Le feu s'entretient nuit et jour, non pas seulement pour sécher les châtaignes, mais encore pour l'usage de la famille qui n'en a pas d'autre. Comme il est peu considérable, qu'on le surveille, qu'on a soin de renouveler les claies avec les châtaignes, qu'on éloigne ces dernières à mesure qu'elles se dessèchent, parce que, dans cet état, elles sont plus faciles à enflammer, les incendies sont extrêmement rares. Par ce moyen, les habitants de l'Espagne peuvent sécher dans le même temps, et sans consommation particulière de bois, trois fois plus de châtaignes que ceux du Limousin.

Nous ne nous étendrons pas davantage au sujet de la châtaigne, ni de sa dessiccation, qui, d'après nous, est parfaitement inutile.

Si l'on avait aujourd'hui à traiter ce fruit pour sucre, il faudrait en même temps organiser une féculerie; on retirerait ainsi le sucre de la châtaigne d'une part, de la fécule de l'autre, et les résidus seraient employés à la nourriture du bétail. Dans aucun cas, on ne devrait traiter la châtaigne hors des lieux de production.

Les châtaignes *fraîches*, passant entre des laminoirs concasseurs, seraient divisées grossièrement, et de là elles subiraient l'action d'un tarare qui chasserait les écorces ou enveloppes superficielles. Le reste de la matière, trituré à la meule verticale ou sous des cylindres, fournirait une pulpe fine, que l'on traiterait ensuite par un procédé de macération méthodique.

La fécule serait lavée et purifiée par les procédés spéciaux à son extraction ; quant aux liquides de macération, ils seraient déféqués, concentrés, filtrés et cuits à l'ordinaire. Les sirops seraient portés au degré des cuites de sucre de betterave, car la cristallisation ne s'en ferait que mieux dans des bacs à cristalliser, et la purge des cristaux s'opérerait à la turbine.

1,000 *kilogrammes de châtaignes fraîches renferment :*

Eau de végétation			546k,00
Enveloppes	92k,00	= ensemble	454 ,00
Sucre	50 ,68		
Fécule	200 ,00		
Résidus	111 ,32		
			1,000 ,00

Ces observations, jointes à ce qui précède, suffisent pour apprécier cette fabrication, dans le cas *très-hypothétique* où elle acquerrait une certaine utilité relative.

SUCRE DES CUCURBITACÉES.

Le *melon*, le *potiron*, la *citrouille* renferment à la fois du sucre de canne et du glycose.

La proportion varie beaucoup selon les espèces, le climat producteur et la température; mais il ne serait pas impossible

que ces fruits de terre pussent être utilisés dans certaines circonstances pour la production du sucre ou d'un sirop de bon goût. Le traitement serait le même que celui de la betterave.

Nous ne nous étendrons pas à ce sujet, mais qu'il nous soit cependant permis de faire ici une réflexion dont la portée nous paraît assez sérieuse. Qui dit fabricant de sucre doit vouloir signifier l'homme qui extrait le sucre des matières premières qui en contiennent; cette explication logique serait-elle admissible aujourd'hui? Le fabricant n'est-il pas borné à la betterave en Europe, à la canne ailleurs, et lui serait-il loisible d'augmenter sa fabrication de toutes les substances saccharifères qu'il pourrait se procurer?

Les appareils nécessaires sont les mêmes pour la plupart des matières saccharines, sauf peut-être ceux qui servent à la division des substances; pourquoi ne pas généraliser la fabrication, puisque le sucre prismatique est toujours identique, quelle qu'en soit la provenance? Il y a telles années et telles circonstances de position et de localité où cela deviendrait d'une haute importance; mais cette marche exige impérieusement un régime de liberté industrielle qui n'existe malheureusement pas encore, et dont on ne peut guère prévoir l'époque.

SUCRE DE LAIT.

La lactine ou sucre de lait serait susceptible d'applications industrielles sérieuses, dans le cas où l'agriculture entrerait enfin dans la seule voie qui puisse la sauver de la ruine et conjurer les crises alimentaires. Que l'on prenne l'étable pour base des opérations culturales au lieu de s'entêter, par le plus faux de tous les calculs, à considérer le froment et certaines plantes spéciales comme le point de départ, et dans peu d'années la multiplication du bétail nous aura conduits à la solution du plus grand problème des temps modernes.

En prenant la France pour exemple, nous pouvons admettre qu'elle *devrait* nourrir *au moins* une tête et demie de gros bétail par hectare de terre *assolable,* soit environ 45 millions de têtes. Nous regarderons la vache comme devant former *au*

moins le tiers de ce chiffre, le reste appartenant aux animaux destinés à l'engraissement ou à la reproduction.

Ce n'est pas exagérer que de regarder la production en lait comme équivalente à 10 litres par jour, pour une vache bien nourrie, et cela pendant huit mois de l'année, ce qui donne par tête un chiffre de 2,432 litres de lait, et pour les 15 millions de têtes celui de 36,480,000,000 de litres annuellement.

Admettons encore que la moitié de ce produit en lait soit consommé directement et en nature, il restera pour la fabrication du beurre et du fromage : 18,240,000,000 litres, ou 18,787,200,000 kilogremmes, à raison de 1,030 grammes pour le poids spécifique moyen du litre. Sachant, d'autre part, que le lait de vache contient en moyenne 3,5 de lactine sur 100 parties en poids, nous arrivons au chiffre de 657,452,000 kilogrammes en sucre de lait, chiffre possible dans de bonnes conditions agricoles.

Réduisons-le, si l'on veut, de la moitié, nous aurons encore 328,726,000 kilogrammes, qui répondent à plus de 160 millions d'hectolitres d'alcool.

En admettant même que la production ne pourrait s'élever qu'au tiers des quantités que nous venons de mentionner, il ne resterait pas moins un chiffre de 50 millions d'hectolitres d'esprit, que l'on pourrait extraire annuellement du sucre de lait, en ne consacrant à cet usage que la moitié du produit seulement.

De telles données laissent à réfléchir, en présence de certaines paniques illusoires, et l'on ne comprend pas les terreurs qui ont amené, il y a quelques années, des crises aussi désastreuses. Tout le monde sait, en effet, quel retentissement la question des alcools a eu en 1854, et quelles ont été les inquiétudes que l'état de choses inspirait pour l'avenir : on voit combien tout cela était exagéré.

Nous n'avons jamais été pessimiste, et les ouvrages que nous avons publiés font foi de nos opinions ; justifions-les cependant par un calcul plus modeste et plus à la portée de l'observation commune.

Une petite ferme, possédant dix vaches seulement, produit 24,320 litres de lait. Soit la moitié, ou 12,160 litres, livrés à la consommation directe, il restera 12,160 litres, ou 12,524k,8, qui équivaudront à 438k,368 de sucre de lait.

Or, cette quantité se dédouble en alcool et acide carbonique, suivant la proportion connue de 51,12 d'alcool pour 100; on a donc :

$$100 : 51,12 :: 438 : x = 224^{k},094.$$

Ce chiffre pondéral de 224k,094 d'alcool équivaut à 279^{lit},38 d'alcool absolu, ou environ 3 hectolitres d'esprit à 90°.

Cent vaches produiraient donc environ 30 hectolitres d'esprit à 90° par le fait seul de la manipulation de la lactine, laquelle est le plus souvent perdue.

Ce qui précède n'a pour but que de démontrer rapidement l'importance que l'on pourrait donner à ce produit accessoire, dont nous indiquons brièvement la préparation.

Fabrication du sucre de lait. — Lorsque le lait a donné la crème destinée à la préparation du beurre, et que l'on a retiré le caséum qui sert à faire le fromage, soit par l'action de la présure, soit par celle d'un acide, comme l'acétique, par exemple, il reste une liqueur légèrement jaunâtre, connue sous le nom de *sérum du lait* ou *petit-lait*. C'est dans cette liqueur qu'est le sucre de lait, que l'on peut extraire par simple évaporation.

En ferme, il suffirait de faire évaporer le petit-lait dans un chaudron, à l'aide d'un feu vif et soutenu, jusqu'à consistance de sirop. La liqueur, versée dans des terrines, quand elle marque 30° à l'aréomètre de Baumé, cristallise rapidement par le refroidissement et dépose des croûtes épaisses de sucre de lait.

Un tel produit serait considéré comme de la lactine brute et pourrait être acheté par le fabricant pour être soumis au raffinage.

Les eaux-mères seraient jointes à une autre opération.

Voici maintenant une méthode plus rationnelle, applicable dans les fruiteries, les grandes fermes et les établissements d'une certaine importance. Le sérum, débarrassé du caséum et de la crème par les moyens ordinaires, contient encore de l'acide lactique, des matières albumineuses, etc. On le fait arriver dans une chaudière ayant la forme d'un petit défécateur et de la contenance de 10 à 12 hectolitres. La liqueur est portée à +60° par l'introduction de la vapeur, ou même à feu nu; puis

on y ajoute de 0,50 à 1,50 pour 100 de craie pulvérisée pour la neutraliser ; on brasse également avec un râble, en conduisant le liquide à l'ébullition. Aussitôt ce point obtenu, la liqueur est filtrée chaude sur le noir en grains, après avoir traversé une caisse à débourber.

A sa sortie de la première filtration, elle est rapidement concentrée à 18° ou 20° Baumé et filtrée de nouveau. On achève alors la concentration à 30° et l'on introduit dans un appareil à cuire, où l'on fait cuire jusqu'à 33° chaud, puis on fait passer le sirop dans un bac à refroidir maintenu à la température moyenne de 25°. On agite de temps en temps, et lorsque, par un refroidissement suffisant, le sirop commence à se prendre, on le verse dans des formes en cuivre étamé, de la même manière et avec les mêmes soins que s'il s'agissait de sucre de betterave.

On procède au lochage lorsque la cristallisation et l'égouttage ont eu lieu.

On pourrait remplacer la mise en formes par le turbinage du sirop, aussitôt que le sucre serait bien formé.

Le peu de valeur de la matière première, laquelle n'est qu'un déchet, un résidu, permettrait d'obtenir la lactine brute à un prix de revient très-peu élevé, bien que ce produit se vende aujourd'hui 250 francs les 100 kilogrammes environ. On peut, en effet, consulter les données suivantes, calculées sur une production journalière de 50 kilogrammes de lactine, provenant, *en pratique*, de 14 hectolitres de lait (1,386^{lit},950), ou du produit de 140 vaches.

Eléments divers contenus dans 1,400 litres de lait de vache (densité 1,030).

1° Beurre à 4 pour 100 du poids............	57k,142
2° Caséum, etc., à 3,6 pour 100.............	51 ,428
3° Sels solubles à 1,5 pour 100...............	21 ,428
4° Lactine à 3,5 pour 100..................	49 ,999
5° Eau à évaporer à 87,4 pour 100...........	1,248 ,560

Ce n'est pas exagérer que de porter la valeur vénale du lait à 10 centimes le litre, ce qui nous donne pour les 1,400 litres un chiffre de 140 francs, qu'il nous importe de retrouver, si nous ne voulons pas être en perte, puisque cette somme de 140 francs aurait été produite par la vente pure et simple de la

matière première. Il nous faut, en outre, un excédant de recettes égal aux frais à faire, et un bénéfice raisonnable, pour que l'opération présente un avantage.

Le beurre représentant une valeur de 2 francs le kilogramme, nous avons déjà pour cet objet un chiffre de 114 fr. 28 c.

En portant la valeur de la caséine à 75 centimes, nous obtenons 38 fr. 25 c., et ensemble un chiffre total de 152 fr. 53 c., supérieur de 12 fr. 53 c. à la valeur vénale du lait. Cette somme de 12 fr. 53 c. compense largement les frais de fabrication du beurre et du fromage, et assure même un léger bénéfice.

Il nous reste donc *pour rien* un liquide renfermant :

Sels solubles.......	21k,428	= 71k,427
Lactine...........	49 ,999	

Pour concentrer un tel liquide à 30⁰ ou 32⁰, nous devrons évaporer de 1,000 à 1,100 litres d'eau, ce qui nous constituera une dépense de 4 fr. 50 c. à 5 francs : en doublant cette somme, pour tenir compte des frais accessoires, on aurait, pour 10 francs environ, 50 kilogrammes de sucre de lait brut revenant à 20 centimes le kilogramme, sans tenir compte des sels solubles.

Ceci conduirait à un prix de revient de 30 francs environ pour la matière première d'un hectolitre de trois-six.

Les considérations que nous venons de présenter au lecteur méritent une attention d'autant plus grande que nous entrons dans une tendance générale de l'époque à diriger les efforts industriels vers l'agriculture. Nous n'hésitons pas un seul instant à penser que la fabrication de la lactine brute, comme industrie annexe d'une ferme ou d'une fromagerie, est susceptible de donner de grands avantages, tout en créant une ressource nouvelle contre le déficit des alcools.

SUCRE DE CHAMPIGNONS.

Cette espèce de sucre, d'autant plus curieuse qu'elle est venue former le complément de la série des sucres connus et étudiés, et combler une lacune dans le groupement de ces corps remarquables, a été découvert par Braconnot, l'un des

savants les plus distingués et les plus modestes de ce siècle [1].

Pour obtenir le sucre de champignons $C^{12}H^9O^9 + 4HO$, intermédiaire par sa composition entre le sucre liquide $C^{12}H^9O^9 + 3HO$ et le glycose $C^{12}H^9O^9 + 5HO$, on réduit les champignons en pulpe, que l'on délaye dans un peu d'eau et que l'on presse ensuite. La liqueur filtrée est évaporée en consistance sirupeuse, puis traitée à plusieurs reprises par l'alcool. Les solutions alcooliques réunies sont évaporées en sirop et l'on en soumet le produit à la cristallisation en lieu chaud. On obtient un sucre blanc cristallisé en longs prismes quadrilatères à base carrée. Si l'on a hâté la cristallisation par le refroidissement, les cristaux forment de fines aiguilles soyeuses.

Ce sucre cristallise avec une extrême facilité ; il présente les caractères des autres sucres et, en particulier, la propriété spécifique de fermenter alcooliquement. Il contient un équivalent d'eau de plus qu'il n'est nécessaire au dédoublement alcoolique, et réalise la formule :

$$C^{12}H^9O^9 + 4HO = 4CO^2 + 2C^4H^4 2HO + HO.$$

Jusqu'à présent, cette découverte est restée à l'état scientifique, sans qu'il en soit résulté aucune application pratique.

[1] Nous ne pouvons résister au désir de citer un trait de la vie de ce chercheur infatigable. Homme de vrai et rare mérite, Braconnot était membre correspondant de l'Académie des sciences. Il n'assistait aux séances que de loin en loin, lorsqu'il faisait par hasard un voyage à Paris. Un jour de l'année d'avant sa mort, il se trouvait, *incognito*, à l'une des réunions hebdomadaires de l'illustre corps, et, confondu avec le public, il écoutait le discours d'un académicien. Or, il arriva que l'orateur crut devoir s'appuyer de l'autorité du nom de Braconnot pour les besoins de sa thèse ; mais il le cita tellement au rebours, il tronqua si bien les opinions du digne homme, que celui-ci, caché dans la foule, ne put s'empêcher de marmotter tout bas : « Mais je n'ai jamais dit un mot de cela ! » Si bas qu'il se fût parlé à lui-même, un voisin l'entendit, et, quittant sa place, alla apprendre à qui de droit la présence de celui qui tenait tant à rester inaperçu. Braconnot fut reconnu malgré lui et il dut se résigner aux honneurs du fauteuil ; mais rien ne lui était à charge comme cette exhibition tant recherchée par beaucoup d'autres...

CHAPITRE VIII.

SUCRE DE MIEL. — SUCRE DE RAISIN. — SIROPS DIVERS. GLYCOSE.

Pendant la période désastreuse où le commerce français était frappé par une sorte de prohibition générale, la disette du sucre solide se faisait si vivement sentir, ainsi que celle de la plupart des autres denrées, que l'on tenta, pour ainsi dire, toutes les voies et tous les essais possibles, afin de suppléer à l'insuffisance des approvisionnements et de s'opposer à une crise imminente. Le zèle ne fit défaut ni aux hommes de science ni aux hommes de pratique ; le gouvernement encouragea lui-même les chercheurs par des récompenses et des distinctions ; les personnages les plus haut placés ne craignirent pas de se mettre à l'œuvre aussi bien que les nouveaux venus dans la carrière ; tous rivalisèrent d'efforts et de persévérance : aussi les résultats ne mentirent pas à une volonté énergique, et de cette époque datent pour la France et l'Europe les plus glorieuses conquêtes de l'industrie.

Le miel, ce sucre des anciens, devait naturellement se présenter à l'esprit le premier pour remplacer les produits de la canne indienne, à laquelle une humble racine ne faisait pas encore une concurrence redoutable ; on chercha à le purifier, à le réduire en sirop applicable à divers usages, à en extraire le sucre concret... Le moût de raisin fut mis à l'étude presque en même temps, les jus sucrés des fruits furent traités à leur tour, et pendant le temps employé à ces recherches industrielles, la découverte de Kirchhoff grandissait par les travaux des chimistes allemands, et bientôt elle allait constituer une riche et nouvelle branche de l'industrie européenne.

Aujourd'hui les sirops et sucres de miel, de raisin et de fruits, sont peu employés, et c'est à tort bien certainement que ces produits peu coûteux et d'une facile préparation ont à peu près été abandonnés : le sirop de miel et celui de raisin pourraient rendre des services utiles dans les campagnes et parmi

la population ouvrière, à raison de leurs propriétés hygiéniques. Les jus de fruits, concentrés avec le soin convenable, seraient peut-être la plus saine des confitures pour les enfants dont l'alimentation est si peu variée dans certaines classes des populations.

Quoi qu'il en soit, la transformation de la fécule en glycose a conquis depuis longtemps sa place industrielle, et l'importance de ce produit pour la fabrication de la bière, des alcools, etc., pour l'amélioration des boissons spiritueuses et la fabrication des sirops médicamenteux ou rafraîchissants, prend tous les jours de plus vastes proportions.

C'est à l'étude de ces produits que nous allons consacrer ce chapitre, ainsi qu'à l'examen des divers procédés de préparation usités : nous compléterons ensuite cette partie de notre travail par le traitement des mélasses et bas produits de la sucrerie proprement dite, et par quelques observations sur la situation actuelle de l'industrie sucrière.

SIROP ET SUCRE DE MIEL.

Dans sa séance générale du 4 septembre 1811, la Société d'encouragement proposait en ces termes un prix pour la purification du miel :

« Le miel qui, avant l'introduction du sucre de canne en Europe, était la seule substance sucrée dont on se servît pour condiment, pourrait aussi contribuer pour beaucoup *à remplacer en ce moment le sucre d'Amérique :* pour cet effet, il serait à désirer qu'il fût assez abondant et que ses qualités fussent toujours semblables ; mais le travail relatif aux abeilles a beaucoup diminué, et la saveur du sucre de canne, à laquelle on s'est habitué, a trop généralement fait rejeter l'emploi du miel et dépriser sa saveur. Cette saveur est, en effet, moins agréable que celle du sucre, et d'ailleurs elle varie beaucoup suivant les pays dont le miel est originaire, et suivant les moments de sa récolte. Dans les contrées marécageuses et humides, les miels sont bruns et ont un goût de manne et nauséabond ; aux époques où les abeilles recueillent les fleurs du tilleul, du sarrasin et de plusieurs autres plantes estivales, le miel prend une couleur brune et une saveur peu agréable ; enfin, on

compte facilement les cantons qui fournissent de très-bons miels, soit par leur exposition naturelle, soit par les soins bien entendus des propriétaires d'abeilles, et, malheureusement, il paraît que ce sont les pays dans lesquels on entretient le plus de ruches qui fournissent les miels les moins bons. Il serait donc d'un très-grand intérêt de pouvoir trouver un procédé économique pour purifier les miels et pour les ramener tous au même état, soit sous forme concrète, soit sous celle de sirop.

« Déjà des tentatives ont été faites dans cette vue, mais on n'a pas encore obtenu des résultats assez satisfaisants. La Société croit devoir appeler sur ce sujet l'attention des hommes instruits, et elle se propose de décerner, dans sa séance générale du mois de juillet 1812, un prix de *mille francs* à celui qui aura indiqué un procédé bon et économique pour purifier toute espèce de miel, en le réduisant soit à l'état concret soit à celui de sirop. Les concurrents devront détailler dans un mémoire les moyens qu'ils ont employés, afin que leurs procédés puissent être répétés par les commissaires de la Société. Ils joindront à leurs mémoires des échantillons des miels bruts sur lesquels ils auront opéré, et des résultats qu'ils auront obtenus : chacun de ces échantillons devra être du poids de 1 kilogramme au moins. »

En décembre de cette année, M. Thénard communiqua le procédé suivant pour la purification du miel :

Prenez : Miel	6 livres.		
Eau	1 —	12 onces.	
Craie réduite en poudre		2 —	4 gros.
Charbon pulvérisé lavé et desséché		5 —	
Trois blancs d'œufs battus dans l'eau		3 —	

« On met le miel, l'eau et la craie dans une bassine de cuivre, dont la capacité doit être d'un tiers plus grande que le volume du mélange, et on fait bouillir le mélange pendant deux minutes. Ensuite on jette le charbon dans la liqueur, on le mêle intimement avec une cuiller, et on continue l'ébullition pendant deux autres minutes, après quoi on ajoute le blanc d'œuf; on le mêle avec le même soin que le charbon et on continue de faire bouillir encore pendant deux minutes : alors on retire la bassine de dessus le feu; on laisse refroidir la liqueur en-

viron un quart d'heure, et on la passe à travers une étamine, en ayant soin de remettre sur l'étamine les premières portions qui filtrent, par la raison qu'elles entraînent toujours avec elles un peu de charbon. Cette liqueur ainsi filtrée est le sirop convenablement cuit.

« Une portion du sirop reste sur l'étamine, adhérant au charbon, à la craie et au blanc d'œuf; on l'en sépare par l'un des deux procédés suivants.

« *Premier procédé.* — On verse sur les matières de l'eau bouillante jusqu'à ce qu'elles n'aient plus de saveur sucrée; on réunit toutes les eaux de lavage et on les fait évaporer à grand feu en consistance de sirop. Ce sirop ainsi cuit contracte une saveur de sucre d'orge, et ne doit point être mêlé par cette raison avec le premier.

« *Deuxième procédé.* — On verse en deux fois sur les matières précédentes autant d'eau bouillante qu'on en emploie pour purifier la quantité de matière sur laquelle on a opéré; on la laisse filtrer et égoutter, on soumet le résidu à la presse, on réunit toutes les eaux et l'on s'en sert pour une autre purification.

« Observations. — 1° Le sirop fait par le procédé qu'on vient de décrire est d'autant meilleur que le miel dont on se sert est de qualité supérieure. Celui qu'on obtient avec le miel gâtinais, et, à plus forte raison, avec le miel de Narbonne, ne peut être distingué du sirop de sucre. Celui qu'on obtient avec le miel de Bretagne n'est pas bon.

« 2° Avant de se servir de l'étamine, lorsqu'elle est neuve, il est nécessaire de la laver à plusieurs reprises avec de l'eau chaude, autrement elle communiquerait une saveur désagréable au sirop, parce que dans cet état elle contient toujours un peu de savon.

« 3° Il faut que le charbon qu'on emploie soit bien pilé, lavé et desséché, sans cela l'opération ne réussirait qu'en partie. »

Ainsi qu'on peut s'en apercevoir, le procédé de M. Thénard ne répondait pas entièrement au *desideratum* exprimé, puisque *le sirop fait avec le miel de Bretagne n'était pas bon...*

Les mémoires présentés n'ayant obtenu que des mentions honorables, le prix proposé fut porté à *deux mille francs* et renvoyé à l'année 1813.

Dans la séance du 6 octobre 1813, il fut donné lecture d'un

rapport sur cinq mémoires renfermant chacun un procédé de purification du miel; voici les bases de ces divers procédés.

Premier procédé. — Faire dissoudre le miel dans l'eau saturée d'acide sulfureux, clarifier la liqueur avec les blancs et les jaunes d'œufs, le marbre en poudre, puis le charbon grossièrement pulvérisé. Concentrer et filtrer. Agir rapidement et sur de petites masses.

Ce sirop conserve une saveur de miel et, de plus, il présente la saveur et l'odeur de l'acide sulfureux.

Deuxième procédé. — Dissoudre le miel dans une partie et demie d'eau, ajouter du blanc d'œuf et du noir animal, cuire et filtrer...

Le sirop n'a rien perdu de l'arome du miel.

Troisième procédé. — Emploi du lait de vache.

Quatrième procédé.—Emploi du lait, du carbonate de chaux et du sulfate d'alumine... L'arome du miel n'a pas disparu, et le procédé paraît trop coûteux.

Cinquième procédé. — Traiter le miel par un mélange de charbon de bruyère et de charbon d'os, clarifier au blanc d'œuf, cuire et filtrer...

Le sirop conserve une saveur miellée.

Aucun des concurrents n'ayant atteint le but, le prix est remis au concours pour 1814.

La *Restauration* avait lieu !... aucun concurrent ne se présenta, ou du moins ne fut-il plus fait aucune mention de ce prix pour un procédé auquel on avait attaché une si haute importance; on était arrivé au premier chant de la palinodie[1]... Il est juste de croire cependant que, sans les événe-

[1] On ne peut lire sans dégoût les choses qui se sont dites à cette fatale période de notre histoire française. Ceux-là même qui encensaient les autels du grand capitaine quelques années, quelques mois, quelques semaines auparavant, recoururent aux règles surannées de la *poétique* pour adresser leurs banales adulations à Louis XVIII, à l'empereur de Russie, à celui d'Autriche, à qui en voulait et à qui n'en voulait pas... Napoléon avait eu de grands torts, peut-être ; mais ce n'était pas une raison pour que certaines gens oubliassent si vite sa gloire, sa grandeur et ses bienfaits réels. L'intérêt même de la France exigeait que l'on ne foulât pas aux pieds les belles institutions qu'il avait créées, les grandes idées sociales ou industrielles dont il avait été l'instigateur. C'est à cette haine aveugle et absurde des *restaurateurs* de l'ancien régime que la sucrerie indigène a dû les mauvais jours qui l'ont poursuivie pendant si longtemps, et tout nous porte à croire que l'heure de la justice n'est

ments de cette triste époque, le problème aurait été résolu d'une manière satisfaisante, et que la culture des abeilles aurait pu trouver dans ce fait un encouragement sérieux.

A côté du procédé de M. Thénard on rencontre celui de M. Borde, plus moderne, mais s'appliquant aux miels de qualité inférieure.

Prenez :	Miel......................	10 livres.		
	Charbon végétal pulvérisé...		10 onces.	
	Charbon animal pulvérisé...		5 onces.	
	Acide nitrique à 30° ou 32°...			10 gros.
	Eau		10 onces.	

Triturez, dans un mortier de porcelaine, les deux espèces de charbon ensemble, avec l'acide nitrique et l'eau, puis ajoutez le miel. Faites ensuite chauffer, pendant huit ou dix minutes, dans une bassine étamée, sans toutefois porter à l'ébullition ; ajoutez alors 50 onces de lait dans lequel vous aurez délayé un ou deux blancs d'œufs. Faites bouillir pendant quatre ou minutes, retirez du feu et filtrez.

Ce sirop conserve de l'acide nitrique, du sucre de lait, etc. Il est très-loin d'être pur, et le procédé de M. Borde ne doit pas être employé, bien que le sirop de miel obtenu paraisse susceptible d'une bonne conservation.

Le miel, avons-nous dit, est un mélange de sucre liquide et de glycose (liv. I, chap. I), contenant en outre des matières extractives et aromatiques... On pourrait aller plus loin, et dire que le miel n'est autre chose qu'une dissolution, plus ou moins concentrée et aromatisée, d'un sucre concret dans un sucre liquide.

On comprend les différences que le climat, la saison, la température, la nature des plantes avoisinantes, etc., peuvent produire dans les différentes sortes de miel : les uns contiennent moins de sucre concret, les autres se prennent en masse et constituent ce que l'on a nommé les *miels grenus*. La coloration et l'arome dépendent plutôt des plantes sur lesquelles les abeilles ont butiné, que du climat où elles vivent ; mais il est d'observation que, dans les années pluvieuses, dans les contrées humides, dans les endroits marécageux, le miel a

pas éloignée, aussi bien pour une branche de l'industrie sucrière que pour l'autre. Gloire oblige !

plus de tendance à rester sirupeux et à ne pas passer à l'état cristalloïde. C'est le contraire dans des circonstances opposées.

Quelques personnes ont pensé que l'extraction du sucre de miel ne pouvait *jamais* acquérir une grande importance ; cela peut être exact dans certaines circonstances; mais, d'une manière générale, cette proposition est exagérée. On comprend aisément que, dans nombre de contrées, sous l'influence d'un régime fiscal semblable à celui qui régit la sucrerie, le sucre, ce luxe du pauvre, lui soit tout à fait inconnu. Le nombre est grand, en France, en Angleterre et ailleurs, de ceux qui ne connaissent la vie actuelle que de loin, si toutefois ils la connaissent; le nombre est grand des malheureux qui végètent, qui ne connaissent ni le pain, ni la viande, ni le sucre... On les compte par millions ceux qui, dans leurs maladies, dans les indispositions de leurs enfants, n'ont pas à leur disposition un morceau de sucre, une goutte de sirop, pour adoucir l'amertume des remèdes, calmer l'ardeur de la fièvre, ou corriger la crudité de l'eau qui est, souvent, leur unique médicament.

Le miel serait le sucre de ceux-là, dont la valeur, aux yeux de la raison et de l'humanité, est égale à celle de tous autres, sinon supérieure à celle de beaucoup.

Le sucre de miel, isolé à l'état concret, laisserait un sirop excellent, qui servirait à préparer des boissons fortifiantes et agréables, à conserver une multitude de fruits, qui seraient aussi agréables à la bouche du pauvre qu'à celle du riche.

La prospérité de l'agriculture en particulier, parmi les branches de l'industrie agricole, a toujours été l'indice du bonheur relatif dans les campagnes... Nous sommes tombés bien bas sous ce rapport.

Les passions, échappées des villes comme de la boîte fatale de nouvelles Pandores, ont atteint les vallées les plus reculées ; la paix en a fui les calmes asiles, et aujourd'hui on y rencontre les haines, les ambitions, l'avarice et l'envie... l'abeille a disparu !

La plus profitable des industries s'est évanouie, et c'est à peine s'il en reste des vestiges. La Pologne est au-dessus de la France dans cette branche, qui faisait autrefois la richesse de nos provinces.

Le miel vaut aujourd'hui depuis 1 fr. 50 c. jusqu'à 2 francs, lorsque sa production serait largement rémunérée à 50 centimes dans un pays tel que le nôtre.

On a essayé de retirer le sucre concret du miel.

Un premier procédé consistait à préparer une décoction de 2 livres 1/2 de tan dans 75 livres d'eau ; on y faisait ensuite dissoudre 25 livres de miel, que l'on faisait bouillir avec du noir d'os ou du charbon pulvérisé, en écumant avec soin ; le produit filtré, concentré à consistance sirupeuse, était d'un excellent goût et laissait déposer du sucre concret lorsqu'on le laissait pendant quelques mois en lieu frais et tranquille.

Proust conseillait de séparer le sucre liquide du miel par le moyen de l'alcool qui le dissout aisément.

Nous avons rapporté précédemment (liv. I, ch. I) le procédé de Braconnot.

Tous ces essais nous paraissent assez peu satisfaisants ; voici la méthode à laquelle nous donnerions la préférence.

100 parties de miel commun seraient dissoutes dans assez d'eau chaude pour amener la solution à une densité de 20° Baumé ; on y ajouterait alors du noir fin et du sang de bœuf en proportion suffisante, puis 2 parties de craie et 1 partie 1/2 d'argile blanche réduite en bouillie claire. On porterait à l'ébullition pendant un quart d'heure, après avoir brassé énergiquement le mélange. La liqueur reposée, et filtrée à + 50° ou + 60°, serait évaporée au bain-marie, puis mise à cristalliser dans des tonneaux, dont le fond serait garni de chevilles. On enlèverait ces chevilles au bout de quelque temps, lorsque la cristallisation ou plutôt la solidification du sucre concret serait terminée.

Après la purge, on verserait sur le produit du sirop préparé avec de l'eau froide tenant en dissolution le maximum de sucre concret de miel.

Après cette *clairce*, le produit serait pressé ou mieux turbiné, et desséché à l'étuve. Le sucre concret et le sirop pourraient alors être employés séparément.

Il y aurait un immense avantage, pour les campagnes et les pauvres habitants des provinces et des villages reculés, à ce que cette opération prît une extension suffisante. Ce ne sont pas les pauvres qui consomment le sucre extrait de la canne ou de la betterave ; au moins la consommation qu'ils en font

n'entre-t-elle que pour un très-faible chiffre dans l'écoulement de ce produit. Le sucre et le sirop de miel pourraient être obtenus à bas prix, de manière que chaque famille de paysans pût en faire sa provision d'une année à l'autre. Il n'y a pas un village, en France, où l'on ne puisse élever assez d'abeilles pour fournir de miel tous ses habitants et obtenir en outre un excédant qui entrerait dans le commerce ; ceci est un fait reconnu. Tous les efforts que l'on a tentés jusqu'à présent, pour faire refleurir l'apiculture, n'ont malheureusement consisté qu'en expériences isolées, en beaux discours et autres inutilités.

La prospérité de la culture des abeilles ne peut, dans aucun cas, nuire à la production du sucre, et l'abondance du miel n'empêcherait pas le paysan qui consomme les produits de la canne et de la betterave d'en employer autant et même davantage : personne ne perdrait à ce progrès, et les classes indigentes, malheureuses, y gagneraient au moins la possibilité de se procurer l'usage économique d'une matière sucrée, dont l'utilité n'est pas contestable au point de vue de la santé et de l'hygiène.

SUCRE DE RAISIN.

Quelques mots d'historique nous permettront de pouvoir apprécier cette question, dont l'importance a bien déchu, mais qui ne doit pas moins être appréciée à sa véritable valeur.

On trouve des détails extrêmement curieux dans l'ouvrage de Mme Paveri, intitulé *Mémoire sur l'extraction du sucre de raisin*, et bien que l'auteur soit une femme, et peut-être par cette raison même, nous croyons devoir mentionner ici les principaux faits qu'elle signale à l'attention publique.

En 1809, au lieu de ces *concrétions globuleuses* que donnent les procédés ordinaires, et qui, traitées, dit-elle, par l'alcool, ne laissent qu'une *fécule* qui n'a de saveur qu'autant qu'elle conserve encore un peu de principe sucré, elle trouva, à la surface d'un moût convenablement rapproché, de véritables cristaux d'un *sucre analogue à celui de la canne,* et paraissant disposé comme lui à subir l'opération du terrage.

Le sirop qui avait fourni ces cristaux avait été préparé sans aucun des moyens qu'on a employés depuis, et que l'auteur ne connaissait pas alors ; seulement, il avait été conservé pendant un an dans un vase cylindrique placé à une température égale, ni trop chaude en été, ni trop froide en hiver.

Mme Paveri fait observer que les raisins qu'elle a employés de préférence étaient mûrs, mais pas plus que ceux qui, en Champagne, servent à faire le vin mousseux, pas plus que la canne à sucre, qu'en Amérique on a soin de ne couper ni trop verte ni trop mûre ; elle les a exprimés immédiatement après leur récolte, afin que la matière extractive ne s'unît pas davantage à la matière sucrante, parce que, suivant elle, il résulte de cette union plus de sirop et moins de sucre.

Elle annonce que le *mutage employé*, sans empêcher la fermentation, ne produit pas toujours cet effet, et qu'*il laisse souvent dans le sirop une saveur désagréable*.

Elle préfère clarifier le moût avant de le saturer, en le faisant bouillir dans de grandes chaudières bien étamées. Elle prétend que le moût clarifié par cette méthode se conserve longtemps sans subir la fermentation.

Elle a obtenu des sirops très-blancs de moûts évaporés, tant au bain-marie qu'à feu nu ; mais c'est surtout d'un sirop noirci par l'action prolongée du calorique, et qui paraissait brûlé, qu'elle a obtenu le meilleur sucre, ce qu'elle attribue à l'altération que la matière extractive a éprouvée dans cette circonstance, et à l'insolubilité qu'elle a acquise, et qui occasionne sa séparation.

Il y a, suivant elle, quatre moyens d'opérer cette séparation de la matière extractive d'avec la matière sucrante : 1° par le feu ; 2° *par les acides ;* 3° *par la fermentation ;* 4° par la chaux et les lessives *alcalines*.

Si l'on veut employer le calorique, il convient de prolonger l'ébullition du moût saturé et clarifié, et d'ajouter de l'eau vers la fin de la concentration ; par ce moyen, une grande partie de la substance extractive vient nager à la surface du liquide, d'où on l'enlève en écumant, et une autre partie se précipite par le repos ; on verse ensuite le sirop, cuit convenablement, dans des vases cylindriques et profonds, qu'on place dans un endroit tempéré, où se fait avec lenteur la cristallisation.

Si l'on veut traiter le moût par les acides pour lui enlever

par coagulation et précipitation la partie extractive, il faut préférer celui du tartre, et d'abord celui qui existe dans le moût lui-même, et qui opère son effet à l'aide de l'ébullition.

Mme Paveri connaît, mais n'approuve pas, l'emploi de l'oxyde rouge de mercure pour remplacer les acides.

Si l'on veut séparer la partie extractive par la fermentation, on attend le moment où le moût commence à se troubler, pour le chauffer et le clarifier, et l'on procède ensuite à la saturation, qu'on peut faire à chaud.

Il ne faut pas s'imaginer que le mutisme puisse suppléer aux opérations indiquées ; et, en effet, d'un moût muté depuis six ans, et limpide comme de l'eau pure, elle a retiré, en le clarifiant avant la saturation, une quantité surprenante de matière extractive.

Si, au lieu de traiter par la fermentation un moût conservé après son ébullition, elle veut employer celui qui est fraîchement extrait, elle le sature à froid, le décante, le laisse précipiter par le repos, le filtre, et le soumet à la fermentation, qu'elle surveille de près, pour ne pas la pousser jusqu'à la décomposition du moût.

Quant à la séparation de la matière extractive par la chaux suivant le procédé usité pour le vesou, elle est bien persuadée qu'elle peut avoir lieu; mais elle avoue que les succès n'ont pas été constants, et qu'elle n'a pas insisté pour les rendre tels lorsqu'elle a connu les préventions des chimistes sur l'action de la chaux unie au sucre.

Forte de ses expériences, Mme Paveri pense que les différentes formes sous lesquelles on obtient, par les procédés ordinaires, la matière sucrante des raisins, doivent être attribuées aux diverses modifications que cette matière reçoit de son union avec la matière extractive.

Si l'on enlevait totalement celle-ci, le sirop de raisin n'aurait plus d'analogie avec le miel, et n'en aurait ni la saveur, ni l'odeur; il pourrait supporter une température aussi élevée que celle à laquelle on peut exposer une dissolution de sucre pur.

Mais cette soustraction complète est difficile à opérer, parce que la matière extractive est, suivant Mme Paveri, composée de deux principes : l'un, la matière végéto-animale de Fabroni, se coagule bien par les acides; mais l'autre, qui est

l'extractif proprement dit, ne peut devenir insoluble dans l'eau et dans l'alcool qu'après avoir éprouvé des ébullitions réitérées, qu'après avoir été tourmenté par tous les agents usités.

Quant à la concentration par le feu, elle l'opère en grand comme en petit, à l'aide de bassines et de fourneaux de son invention ; elle assure qu'elle obtient un sirop comparable à celui de canne, et qui fournit un sucre cristallisé très-blanc...

Dans un rapport remarquable sur cet ouvrage, l'illustre Parmentier annonce que M. Anglada a fait passer à la Société d'encouragement des *cristaux de sucre de raisin d'une forme régulière*.

Observations.—Nous avouons que nous ne comprenons pas bien la valeur des assertions de Mme Paveri... Si l'on traite du sucre de canne par la chaleur, les acides, la fermentation ou les alcalis, on s'expose à en détruire une notable partie et même la totalité, qui est transformée en sucre de fécule, en glycose ; comment ces mêmes agents pourraient-ils transformer le sucre de raisin en *sucre cristallisable?*...

Nous ne pouvons rien préjuger sur les produits de la cristallisation lente, mais il nous semble qu'*à priori* cette circonstance n'aurait pas une grande influence après les réactions des agents dont il vient d'être parlé.

Il est à peu près certain cependant que Mme Paveri avait senti ces difficultés. Elle choisit l'acide tartrique qui n'est pas nuisible au sucre ; elle arrête la fermentation au premier trouble, etc. Nous croyons avoir suffisamment exposé notre pensée à l'égard de ces différentes réactions dans les chapitres précédents pour n'avoir pas à y revenir.

Dans le mois d'octobre 1810, un *muid de moût* provenant du raisin rouge de Kœnigswinter, vis-à-vis de Bonn, et pesant 250 livres, fut traité par MM. Servaes et Van Zutphen. Ces messieurs, après avoir saturé le moût par la craie, le condensèrent à 34° bouillant.

La cristallisation n'eut lieu que du milieu à la fin de janvier. Le retard assez considérable de ce phénomène fut attribué à diverses causes, telles que la moindre maturité du raisin, la surabondance du mucilage, et la grande humidité de la température.

Un échantillon traité par diverses pressions consécutives, et,

en dernier lieu, par un lavage à l'alcool, produisit du *sucre très-pur, d'un goût très-franc et à peu près blanc.*

Le sirop d'égout est, suivant les expérimentateurs, susceptible de remplacer dans tous ses usages la mélasse de canne.

Le précipité obtenu dans le moût, par la saturation à l'aide de la craie, donna en outre une quantité notable (2 livres 2 onces) de crème de tartre.

Il a été tiré de ce travail les conclusions suivantes :

1° Un *muid* de moût de raisin rouge, recueilli dans un climat froid (pesant 250), a produit d'abord 75 de sirop d'un goût agréable.

2° Ce sirop, converti en moscouade et soumis à plusieurs pressions, a donné 30 parties 1/2 de sucre brut.

3° De ce sucre brut purifié, on a dégagé, en dernier résultat, 14 parties 1/16 d'un sucre pur, *bien cristallisé* et à peu près blanc.

4° Tout ce qui n'a pas été converti en sucre de la première moscouade à travers toutes les manipulations est resté sous forme d'un sirop brun susceptible de plusieurs usages, et d'un poids total de 60 parties.

5° Enfin, on a extrait 2 parties 1/8 de crème de tartre, dont la valeur, excessive alors, couvrait et au delà les frais de fabrication.

Dans la même année 1810, M. Privat aîné, de Mèze (Hérault), traita 20,270 hectolitres de moût de raisins blancs, pour le transformer tant en sirop qu'en sucre concret. Les variétés employées étaient celles connues sous les noms de *picardan* et de *clairette*.

Il commençait par muter le moût à l'aide de l'acide sulfureux produit par la combustion du soufre, et qu'il faisait arriver *à froid* dans la liqueur jusqu'à saturation. Le moût saturé était pompé dans un réservoir, d'où il était amené aux chaudières à clarification. Cette opération se faisait par le mélange, *à froid*, avec le moût, d'une certaine quantité de sang de bœuf. Le liquide, porté à l'ébullition après le mélange, donnait des écumes abondantes que l'on enlevait; il était ensuite passé au blanchet, puis dirigé dans un autre réservoir, pour l'alimentation des bassines à évaporer.

Celles-ci, munies d'une double enveloppe renfermant de l'eau, recevaient chacune 80 kilogrammes de moût, qui était

évaporé, en 45 ou 50 minutes, au bain-marie, à 36° froid. Le sirop évaporé était placé dans des cuves recouvertes d'une toile où il se refroidissait lentement, et déposait, en se clarifiant, une matière glaireuse.

160,000 kilogrammes de sirop furent convertis en cassonade blonde agréable, d'un raffinage difficile, par la concentration à 33° bouillant, suivie de cristallisation et de pression pour éliminer le sucre liquide.

Cet industriel a remporté le prix de 2,400 francs, proposé par la Société d'encouragement.

On avait dès lors l'opinion que « le raisin ne contient pas de *cristaux* assez abondants et assez solides pour en obtenir un sucre concret bien raffiné ; mais que l'on peut en attendre un produit très-avantageux en cassonade, d'un blond agréable. Dans cet état, elle conserve toute sa douceur ; mais elle dégénère par le raffinage. »

Malgré tout l'empressement que l'on apportait alors à rechercher les moyens de fabriquer du sirop et du sucre de raisin, on regardait le sucre de betteraves comme infiniment supérieur, par cela seul qu'il peut supporter le terrage et le raffinage ; mais Parmentier considérait les *sirops* de raisin comme très-utiles, tant pour la production de la matière sucrante, que pour employer l'excédant de la production vinicole.

Aujourd'hui, ces considérations n'auraient plus la même valeur, puisque, d'une part, le sucre de betteraves peut largement suffire à la consommation, et que, de l'autre, la production du vin est au-dessous des besoins ; mais nous ne pouvons passer sous silence la singularité des opinions que l'on s'était faites sur le sucre, dans un temps où la chimie sortait à peine de son berceau.

Au lieu d'apprécier les sucres par leur composition élémentaire, on n'en voyait guère que les qualités physiques extérieures, telles que la saveur, la cristallisation plus ou moins distincte, etc. ; de là cette erreur qui fit confondre le glycose du raisin avec le sucre de canne par plusieurs observateurs. Tout le monde sait aujourd'hui à quoi s'en tenir sur ces divers objets.

Il est vrai que le sucre de miel et celui de raisin donnent *souvent des cristaux assez réguliers par une cristallisation très-*

lente, et ce fait condamne l'expression de *sucre mamelonné* employée pour désigner le sucre de fécule et ses isomères $C^{12}H^9O^9 + 5HO$; mais ces cristaux ne présentent pas de ressemblance notable avec ceux du sucre prismatique, et il est impossible de les confondre.

D'un autre côté, les procédés employés étaient plutôt de nature à transformer le sucre de canne en glycose qu'à produire l'effet contraire, dans le cas où le sucre prismatique aurait préexisté dans le raisin.

Voici l'ensemble des méthodes principales suivies pour la préparation du sirop et du sucre de raisin :

On choisissait les raisins dans un état convenable de maturité, et aussi sains que possible : les blancs étaient préférés. Ils étaient soumis à l'égrappage, puis à l'action du pressoir. Quelquefois, on faisait subir au moût une filtration grossière à travers des paniers garnis de paille, puis on le mutait par l'acide sulfureux, si l'on n'était pas pour le travailler immédiatement, afin d'empêcher la fermentation alcoolique de se produire.

Le mutage se pratiquait de la manière suivante : on brûlait quelques mèches soufrées dans une barrique, puis on introduisait dans le vase la moitié de son volume de moût ; on agitait pour favoriser la dissolution du gaz, puis on vidait la futaille, on y brûlait trois ou quatre autres mèches, et le liquide était introduit de nouveau et agité. Une troisième opération semblable terminait le traitement, et le *vin muté* était enfermé dans des barriques soufrées.

On voit que cette opération ne présentait pas les caractères d'un traitement rationnel, car il eût été bien préférable et plus économique de placer le moût dans une série de vases formant une sorte d'appareil de Wolf, et d'y faire arriver jusqu'à saturation un courant de gaz acide sulfureux. Considérée en elle-même, l'opération du mutage n'était pas exempte d'inconvénients, et les moûts retenaient souvent avec opiniâtreté l'odeur et la saveur sulfureuse : on chercha à substituer à l'acide sulfureux l'acide sulfurique, mais plusieurs prétendirent que cet acide détruirait la *matière sucrante*.

Cela aurait été exact, s'il se fût agi de sucre de cannes ; mais ici cette crainte était dénuée de fondement.

Proust et Laroche recommandèrent de substituer le *sulfite*

de chaux à l'acide sulfureux. La dose devait être *au moins* d'une *demi-once* pour 100 livres de moût à 8° Baumé, selon Proust, et il prescrivait de ne pas exagérer la dose de ce sel, pour ne pas donner à la liqueur le goût d'acide hydro-sulfurique.

Nous voyons encore ici une ancienne application du sulfite de chaux, dont nous avons déjà parlé à propos du procédé Melsens (liv. II, ch. II).

Le seul avantage du mutage était la décoloration de la liqueur ; la fermentation n'était pas même radicalement empêchée par l'acide sulfureux, puisque les jus mutés, saturés par la craie, entraient rapidement dans le mouvement fermentatif, ce qui semblerait démontrer que le ferment n'est pas *détruit* par cet acide, mais que sa propriété reste seulement suspendue.

On saturait ensuite les acides du moût lorsqu'on voulait le traiter ; on employait pour cette saturation de la craie pulvérisée, qui donnait un dépôt de malate et de tartrate de chaux. La saturation se faisait à chaud ou à froid ; elle était suivie d'une filtration.

Il importait de clarifier immédiatement après la filtration pour éviter la coloration du moût. M. Poutet, qui s'est beaucoup occupé de cette matière, mêlait au jus qu'il devait traiter le lendemain la quantité de sang de bœuf nécessaire aussitôt après la filtration. Si le jus a été muté, la saturation le fait passer au brun noirâtre, et il se dépose du sulfure de fer dont le métal provient de la craie ; mais la clarification suffit pour en débarrasser la liqueur. Cet observateur ajoute que le mutage était avantageux en cet autre sens que sans cette opération, au lieu de se former du sulfure de fer facile à éliminer, on aurait du tartrate soluble qui colorerait le liquide. Dans la saturation qui précède la clarification, il préférait la craie à la chaux, parce que le point de saturation lui était plus facilement indiqué par l'effervescence, et que, le carbonate calcaire étant insoluble, on ne risquait pas d'en mettre un excès.

La *clarification* du moût s'opérait à l'aide du sang de bœuf ou des œufs battus ; on employait 1 kilogramme de sang pour 100 kilogrammes de moût, et 12 blancs d'œufs ou 6 œufs entiers conduisaient au même résultat. Le sang était battu à l'aide d'un balai avec 5 kilogrammes de moût, et le tout était mé-

langé au reste de la liqueur. Le mélange porté à l'ébullition était écumé à plusieurs reprises, puis réduit à la moitié de son volume et filtré avec soin. Cette clarification donnait les mêmes résultats sur les jus mutés, soit par l'emploi du sang, soit par celui des œufs ; mais, en opérant sur les moûts non mutés, le sang donnait des sirops d'une qualité bien supérieure. Aussi M. Poutet conservait-il du sang pendant plus de quinze jours, en lui faisant absorber le double de son volume d'acide sulfureux.

Le sirop, clarifié et filtré, était évaporé rapidement à 32° Baumé bouillant, et l'on prenait tous les soins possibles pour en éviter la caramélisation. Le point de cuite était regardé comme suffisant au degré aréométrique que nous venons d'indiquer; cependant, quelques fabricants cuisaient plus *serré* de 2° ou 3°. On livrait ensuite les sirops au refroidissement : les uns le voulaient très-lent et gradué, les autres très-prompt, sans que les raisons apportées par les uns et par les autres eussent une grande importance. Le sirop refroidi était mis en barriques, et livré au commerce lorsqu'on ne se proposait pas d'en retirer du sucre concret.

Dans ce cas, on se bornait à ajouter au sirop ainsi préparé 1/20 d'eau, puis on le chauffait au bain-marie jusqu'à solution complète ; on le mettait ensuite dans des terrines refroidies extérieurement par de l'eau. Le lendemain, une filtration à la chausse débarrassait du tartrate de chaux précipité. La matière était alors mise en cristallisation dans des vases en grès, où elle se concrétait en un mois ou six semaines.

Cette masse concrète était soumise à la presse dans des sacs de forte toile : le sucre pressé, concassé et traité par 1/12 d'eau, était soumis à une seconde pression, et un dernier traitement semblable donnait du sucre presque incolore.

M. Poutet le faisait fondre ensuite au bain-marie, après l'avoir pulvérisé, puis il le coulait dans des moules en papier roulés en forme de cornets. Une demi-heure après, il pouvait le retirer des moules et le faire sécher à l'ombre. La dessiccation durait de huit à dix jours : on le conservait ensuite en lieu sec.

D'après nos observations personnelles et les faits acquis à la science depuis l'époque où ces procédés furent mis en pratique, le sucre de raisin présente tous les principaux caractères

du glycose provenant de la fécule, dont nous décrirons tout à l'heure la fabrication. On peut regarder la matière sucrante du raisin comme formée d'un mélange ou peut-être d'une combinaison peu stable du sucre des fruits acides $C^{12}H^{9}O^{9}+3HO$, et du sucre de fécule ou glycose $C^{12}H^{9}O^{9}+5HO$.

On peut établir, *sur la moyenne des faits observés*, les chiffres suivants :

1,000 kilogrammes de raisin donnent, par une bonne pression, environ 800 kilogrammes de moût, qui produira 200 kilogrammes de sirop à 33° Baumé, susceptible de fournir 60 kilogrammes de sucre concret pressé, et 140 kilogrammes de sirop d'égout.

Si jamais on avait à traiter les raisins pour en retirer ces produits, il faudrait remplacer la méthode surannée que nous avons décrite, par les procédés plus rationnels usités aujourd'hui en fabrication. Les jus mutés, ou soustraits à la fermentation par un moyen quelconque, seraient soumis à la défécation et aux autres opérations ordinaires de la sucrerie. La *purge* du sucre concret de raisin se ferait très-aisément par le turbinage.

SIROPS DE FRUITS.

On peut faire des sirops ou *extraits sucrés* avec le jus d'un grand nombre de fruits. Ces sortes de sirops contiennent, comme celui du raisin, du sucre liquide et du glycose.

A. *Sirop et sucre de pommes.* — 100 parties de pommes donnent en moyenne de 70 à 75 de moût, entre 7° et 9° Baumé. La concentration, après saturation des acides et clarification du liquide, fournit de 10 à 11 de sirop à 34° Baumé pesé bouillant, soit 38° froid.

La quantité de craie pulvérisée varie, pour la saturation, entre 0,001 et 0,004, selon l'acidité du moût.

On peut faire la clarification avec le sang ou les blancs d'œufs, comme pour le sucre de raisin.

Il est à remarquer que ces sirops renferment une proportion de principes pectiques et gommeux assez considérable, qui varie entre 2 1/2 et 4 ou 5 pour 100 parties.

Ces sirops, un peu plus rapprochés, déposent du glycose

solide en un temps plus ou moins long ; on purifie ce sucre par les moyens ordinaires que nous avons indiqués pour le sucre de raisin.

B. *Sirop et sucre de poires.* — Les poires donnent un sixième de plus de rendement en sirop que les pommes, et le sucre grenu se dépose plus facilement.

C. *Sirop et sucre de prunes.* — On n'a pas encore obtenu de sucre concret en traitant les prunes, qui donnent de 10 à 15 pour 100 de sirop, selon l'espèce et la maturité, après une saturation préalable par la craie et une filtration.

SUCRE DE FÉCULE. — GLYCOSE.

Le sucre de fécule ou d'amidon, glycose proprement dit, a pour formule $C^{12}H^9O^9 + 5HO$; il résulte de l'action d'un grand nombre d'acides, du gluten, de la diastase et de divers ferments sur la *fécule* $C^{12}H^9O^9 + HO$, que nous avons nommée *hydrate de saccharigène.*

Caractères de la fécule. — Ce corps, connu de tout le monde, se présente en grains blancs, arrondis ou ovoïdes, brillants, insipides, inodores, craquant sous les doigts ; de 1,530 de densité moyenne. On les regarde comme formés d'enveloppes concentriques analogues à celles de l'oignon commun, susceptibles de s'exfolier et de se désagréger en petits granules de 2 millièmes de millimètre de diamètre, que l'on retrouve dans toutes les fécules. La fécule est insoluble dans l'eau froide et l'alcool ; elle se gonfle dans l'eau et se dissout en *empois* entre $+ 50^0$ et $+ 75^0$. Elle est soluble dans les acides, et les alcalis en opèrent la transformation en empois, même à froid. Les acides faibles la rendent soluble dans l'eau, en la changeant en une matière gommeuse appelée *dextrine*, puis en un sucre connu sous le nom de *glycose.* Cette action a lieu à froid et plus rapidement à chaud. L'acide azotique concentré, à froid, la transforme en *xyloïdine* ou azotate d'amidon, insoluble dans l'eau ; à chaud, il la change en acide oxalique. L'acide acétique et l'ammoniaque sont sans action. On peut combiner la fécule à plusieurs oxydes métalliques, en versant dans une dissolution alcaline de fécule une dissolution saline métallique ; le chlore et les hypochlorites brûlent la fécule, surtout à

chaud. Le réactif par excellence de la fécule est la dissolution aqueuse d'iode, qui la colore aussitôt en bleu indigo.

La fécule se transforme en dextrine soluble quand on la soumet à une température d'environ $+ 200^0$.

La fécule est très-hygrométrique, et elle peut absorber des quantités d'eau considérables.

La fécule verte égouttée le plus possible ($= C^{12}H^{10}O^{10} + 15HO$) contient 45,45 pour 100 d'eau.

La fécule séchée à l'air humide ($= C^{12}H^{10}O^{10} + 10HO$) contient 32,50 pour 100 d'eau.

La fécule séchée à l'air ordinaire ($= C^{12}H^{10}O^{10} + 4HO$) contient 18,18 pour 100 d'eau.

La fécule séchée à $+ 20^0$ dans le vide ($= C^{12}H^{10}O^{10} + 2HO$) contient 10 pour 100 d'eau.

La fécule séchée à $+ 120^0$ dans le vide ($= C^{12}H^{10}O^{10}$) contient 0 pour 100 d'eau.

Ainsi, la fécule commerciale contient toujours près de 20 pour 100 de son poids d'eau. La fécule perd un équivalent d'eau en se combinant à l'oxyde de plomb, et devient $C^{12}H^{9}O^{9}$; cette formule paraît bien être le symbole réel de la fécule et de la cellulose anhydres. La dimension des grains de fécule varie entre 2 et 185 millièmes de millimètre de diamètre.

Préparation. — 1° On râpe au-dessus d'un tamis les parties de plantes qui contiennent l'amidon, puis on verse de l'eau en filet sur la matière râpée, en agitant. L'amidon est entraîné par l'eau dans un vase placé au-dessous. On le laisse déposer, puis on décante l'eau et l'on soumet le produit à plusieurs lavages à l'eau, en ayant soin d'enlever la couche supérieure du dépôt, laquelle est composée de débris de cellules et autres impuretés. Il vaut mieux cependant se défaire de ces impuretés par décantation, ces matières étant plus longtemps à se déposer que la fécule. On fait égoutter, sécher à l'air, puis à l'étuve, à l'aide d'une chaleur graduée qui ne doit pas dépasser $+ 125^0$. — 2° On fait une pâte ferme avec de la farine, et on la malaxe entre les mains sous un filet d'eau. La fécule se sépare du gluten, et on la lave comme il vient d'être dit.

Usages. — Comme réactif, la dissolution d'amidon dans l'eau chaude peut faire découvrir $\frac{1}{200,000}$ d'iode libre dans un li-

quide. L'amidon sert à faire l'empois, la dextrine, le glycose ; on en prépare des *esprits* par la fermentation : mélangé *naturellement* au gluten, il constitue les farines, etc. On le rencontre en grande abondance dans les graines des céréales, les tubercules des pommes de terre, etc., les bulbes de certaines liliacées. Il y a très-peu de plantes dans lesquelles on ne rencontre pas ce principe [1].

La cellulose, les gommes, la lichénine et tous les corps de la même composition $C^{12}H^9O^9 + HO$ sont susceptibles d'éprouver les mêmes transformations que la fécule, et de donner du glycose dans certaines circonstances [2].

Nous avons dit que la saccharification de la fécule peut se faire par les acides ou par la *diastase;* cette dernière offre les caractères suivants :

Ce corps remarquable est blanc, solide, amorphe, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool absolu et l'éther. Il s'altère à la longue, et il est attaqué par la plupart des réactifs. Sa propriété caractéristique est de transformer la fécule en dextrine et ensuite en glycose, plus ou moins rapidement entre 0° et + 75°. C'est à + 70° que la diastase a le plus d'énergie : 1 partie de diastase transforme 2,000 parties de fécule délayée dans 8,000 parties d'eau à + 70°. De 0° à — 12°, son action s'affaiblit jusqu'à disparaître, et elle perd sa propriété saccharifiante au delà de + 75°. Les meilleures conditions sont 1 d'amidon, 4 d'eau à + 70° et 0,002 à 0,004 de diastase.

Préparation. — Prendre 10 parties de farine de *malt* ou orge germée, et faire digérer dans 100 parties d'eau et 25 d'al-

[1] Voir le *Traité de Chimie pratique*, liv. IV. N. Basset, 1860.

[2] Il est parfaitement connu en chimie, depuis fort longtemps, que *tous* les corps répondant à la formule $C^{12}H^{10}O^{10}$, tels que la *cellulose* divisée, la *fécule*, l'*inuline*, la *lichénine*, la *dahline*, les *gommes*, se transforment en glycose sous l'action des acides. Ce fait a été imprimé et répété partout depuis des années. Les fabricants de glycose n'ont donc pas à se préoccuper des prétentions brevetées de certaines gens qui semblent vouloir accaparer à leur profit tous les faits et les principes acquis à la science. Toutes les plantes *connues* pour renfermer l'un ou l'autre des principes de la formule précédente peuvent être traitées par tout le monde, soit pour sucre, soit pour alcool, sans que l'on ait à se faire le moindre scrupule. La législation des brevets, tout imparfaite qu'elle est, n'a eu pour but que de protéger l'invention, la découverte, la création ou même l'application *nouvelle ;* mais il n'a pu entrer dans l'esprit du législateur de livrer la société à la merci du premier rêveur venu, qui se croit le propriétaire légitime de tout ce qu'il désire posséder.

cool à 80°, à une température de +30° ; décanter et exprimer le résidu, et filtrer. Précipiter la diastase par l'alcool anhydre : redissoudre le précipité dans l'eau, filtrer et précipiter de nouveau ; faire sécher.

Usages. — On se sert de la diastase sous forme de malt pour saccharifier les grains destinés à faire la bière, les alcools ; on l'emploie pure pour faire la dextrine, etc. [1].

Ces notions générales posées, et sans nous arrêter à parler ici des acides que nous supposons assez connus, voici l'origine et les principaux débuts de l'industrie nouvelle, actuellement très-importante, qui a pour but la fabrication du sucre de fécule.

Le chimiste russe Kirchhoff, de Saint-Pétersbourg, avait découvert que les acides minéraux faibles transforment l'amidon en matière sucrée à la température de l'ébullition...

La disette des sucres exotiques engagea les savants français et allemands à diriger leurs recherches dans ce sens, et de leurs travaux résulta en peu de temps une industrie nouvelle et toute d'avenir.

Dans le commencement de l'année 1812, M. Lampadius, professeur de chimie à Freyberg, publia le résultat de ses expériences sur la saccharification de l'amidon.

Ce savant réclame la priorité d'exécution, sur ce fait que, laissant à Kirchhoff son initiative, il prétend être *le premier qui ait obtenu de l'amidon un sirop très-clair et très-sucré, ainsi qu'un sucre concret jouissant d'un haut degré de saveur*. Il prétend que l'amidon ordinaire est moins propre que la fécule de pomme de terre à être transformé en sirop sucré.

Il regarde comme essentiel l'emploi de la fécule, et il considère que l'opération est bien plus satisfaisante dans *un vase en bois* que dans des vases étamés ou vernis. Son appareil est chauffé par la vapeur d'un alambic ordinaire.

M. Lampadius porte à l'ébullition 12 *livres* d'eau, puis il y ajoute 6 onces 1/2 d'acide sulfurique étendu dans 1 livre d'eau : 4 livres de fécule ont été préalablement délayées chacune dans 1 livre d'eau ; il les verse, l'une après l'autre, dans la liqueur acide bouillante, avec la précaution de n'ajouter une seconde partie de fécule qu'après la dissolution de la première.

[1] *Traité de chimie pratique, loc. cit.*

L'ébullition doit être continuée pendant sept heures consécutives, et plutôt une heure de plus qu'un quart d'heure de moins. Il *sature* ensuite l'acide par la craie, et laisse reposer de douze à vingt-quatre heures, après quoi il décante le liquide clair, et passe à la chausse avec expression les boues de sulfate de chaux restées au fond du vase.

Le liquide clair est évaporé en consistance de sirop, et l'on en obtient 4 livres pour poids égal de fécule ; mais le rendement en *sucre concret* n'est que de 9 onces 1/2 par livre de fécule.

M. Lampadius insiste sur la nécessité d'employer de l'acide et du calcaire aussi purs que possible, et il donne le détail suivant pour le compte de fabrication à Freyberg :

Dépenses.

10 boisseaux[1] de pommes de terre............	40 fr.	» c.	113 fr. 67 c.
Râpage et extraction de la fécule...............	6	67	
24 livres d'acide sulfurique, à 1 fr. 50 c.[2]......	36	»	
4 boisseaux de houille pour évaporation.........	11	»	
Main-d'œuvre................................	16	»	
Usure des appareils..........................	4	»	

Produits.

240 livres de sirop à 0,67 seulement...........	160	80 c.	176 fr. 80 c.
Valeur des résidus..........................	16	»	
		Bénéfice...........	62 fr. 13 c.

Il ne sera pas inutile de retracer ici les expériences du célèbre chimiste Vogel sur la saccharification de l'amidon, telles qu'elles sont consignées dans une notice lue à la Société d'encouragement, le 13 mai 1812. On peut y voir tous les principes qui dirigent la fabrication du glycose, à part quelques différences d'opinion qui n'influent en rien sur les faits.

Nous citons :

« La découverte de M. Kirchhoff, à Pétersbourg, de convertir l'amidon en une matière sucrée, était trop importante pour qu'on ne s'empressât pas de la constater.

« Les premiers essais que j'ai entrepris dans l'intention de

[1] Le boisseau vaut 108 litres.

[2] Cet acide est loin d'être aujourd'hui à un prix commercial aussi élevé.

vérifier ce fait se trouvent imprimés dans le *Journal de physique* de mars 1812.

« J'avais annoncé dans cette note que *deux centièmes* d'acide sulfurique mis en ébullition avec l'amidon et une quantité suffisante d'eau fournissaient plus de matière sucrée que ne le fait l'addition d'*un centième*, indiqué par le chimiste russe.

« J'avais dit, de plus, que quelques heures d'ébullition suffisaient pour former une substance sensiblement sucrée, mais qu'après *trente-six heures d'ébullition* la saveur sucrée était bien plus prononcée.

« Depuis cette époque, j'ai continué mes expériences, afin de m'assurer si cette découverte était susceptible de présenter quelque utilité.

« Pour ne pas abuser des moments de la Société, je ne l'entretiendrai pas des phénomènes produits par l'action de l'acide, que j'ai observés dans le cours de mes expériences : ils serviront peut-être à éclaircir les théories de cette métamorphose; je m'attacherai seulement à décrire la marche que j'ai suivie, et au moyen de laquelle *on peut se procurer très-facilement du sirop d'amidon.*

« Pour éviter tout soupçon que la fécule peut retenir un peu de matière sucrée qui existe dans le froment et qui aurait pu échapper à la fermentation que font subir les amidonniers à la farine, j'ai lavé l'amidon par un courant d'eau froide, et, après l'avoir fait dessécher, je l'ai employé.

« J'ai fait l'expérience comparative dans deux bassines, dont l'une de cuivre étamé et l'autre d'argent. Dans celle de cuivre étamé, j'ai fait bouillir, pendant trente-six heures, 2 kilogrammes d'amidon avec 2 kilogrammes d'eau de rivière et 20 grammes d'acide sulfurique à 66°, *proportions indiquées par M. Kirchhoff.*

« Dans la bassine d'argent, j'ai fait bouillir ces ingrédients dans les mêmes proportions, mais *j'ai doublé la quantité de l'acide sulfurique.*

« *Avec* $\frac{4}{100}$ *d'acide on obtient un sirop encore plus sucré et en moins de temps.*

« Ce n'est que pendant la première heure d'ébullition que le mélange court le risque de se noircir. Pour éviter cet in-

convénient, il faut continuellement agiter avec une spatule de bois. Au bout de ce temps, la masse devient plus limpide et n'a besoin d'être remuée que par intervalles.

« Après avoir fait bouillir pendant trente-six heures sans interruption, j'ai laissé refroidir le liquide ; je l'ai porté de nouveau à l'ébullition, après y avoir mis *deux blancs d'œufs*, 6 *grammes de craie et* 12 *grammes de charbon végétal* nouvellement brûlé et réduit en poudre ; j'ai versé la liqueur bouillante dans un sac de laine pointu, en forme de chausse d'Hippocrate, et j'ai filtré.

« Le liquide clarifié a été évaporé dans la bassine, à une douce chaleur, jusqu'à la consistance presque sirupeuse, et j'ai laissé refroidir dans une terrine pour que le reste du sulfate de chaux pût s'en séparer par le repos. Le lendemain j'ai décanté le sirop, j'ai filtré le reste à travers une toile, et j'ai achevé l'évaporation jusqu'à consistance sirupeuse.

« Le sirop obtenu avec $\frac{2}{100}$ d'acide sulfurique dans la bassine d'argent était bien plus sucré et moins coloré que celui qui s'était formé avec $\frac{1}{100}$ d'acide sulfurique dans la bassine de cuivre étamé.

« En général, l'emploi des bassines de cuivre étamé n'est pas praticable : l'étain est fortement attaqué par cette longue ébullition. Je me suis servi depuis d'un *vase de plomb* qui n'a pas présenté les mêmes inconvénients.

« Les 2 kilogrammes d'amidon que j'ai fait bouillir pendant trente-six heures dans la bassine d'argent, avec $\frac{2}{100}$ d'acide sulfurique, m'ont donné, dans la première expérience comparative, $1^k,991$ de sirop marquant 33° à l'aréomètre des acides, et, dans l'autre, $2^k,5$ de sirop de la même densité. En adoptant la moyenne de ces résultats, on peut conclure, sans erreur sensible, que *l'amidon peut rendre son poids de sirop*.

« Comme plusieurs substances, telles que le sucre de lait et le principe doux de Scheele (substance qui se forme pendant l'action des huiles grasses sur la litharge), ont une saveur douce très-prononcée, sans contenir cependant un atome de sucre, il était nécessaire de m'assurer avant tout si notre liqueur douce contenait du véritable sucre.

« En conséquence, j'ai délayé de la levûre dans de l'eau tiède et j'y ai ajouté du sirop d'amidon ; le tout fut introduit dans un flacon que l'on fit communiquer à des cloches remplies d'eau et renversées sur l'appareil pneumato-chimique. La fermentation s'est manifestée au bout d'un quart d'heure avec un dégagement très-vif de gaz acide carbonique.

« 200 grammes de sirop ont rendu, par la fermentation, 5 litres et quelques décilitres de gaz acide carbonique. La liqueur fermentée a produit, par la distillation, 140 grammes d'eau-de-vie à 18°.

« *Tout sirop d'amidon contient plus ou moins de gomme*, dont la quantité varie à l'infini, d'après le temps d'ébullition et le poids de l'acide employé.

« J'ai séparé cette gomme en faisant bouillir le sirop d'amidon dans un vaisseau clos, avec de l'eau-de-vie à 30°. Lorsque l'eau-de-vie fut chargée de matière sucrée, j'ai décanté la liqueur et j'ai renouvelé l'addition d'une nouvelle quantité d'eau-de-vie, à plusieurs reprises.

« La matière inattaquable par l'alcool était très-visqueuse, je l'ai fait dessécher et pulvériser ; dans cet état, elle offrait tous les caractères de la gomme arabique, c'est-à-dire sa solubilité dans très-peu d'eau froide, qui constitue un mucilage épais, précipité par l'alcool. La seule chose qui me paraît s'éloigner de la gomme arabique, c'est qu'elle ne forme pas d'acide muqueux[1] par le moyen de l'acide nitrique...

« Il n'est pas douteux que l'amidon, rendu liquide et soluble dans l'eau par l'action de l'acide sulfurique, ne puisse remplacer la gomme dans bien des circonstances. Il s'agit seulement de saturer l'acide par la craie, et de passer la liqueur.

« Comme l'amidon du commerce est à un prix très-élevé, à 1 fr. 60 c. le kilogramme, j'ai employé avec succès la fécule de pomme de terre, dont le kilogramme ne coûte que 60 centimes.

« Je terminerai cette notice en annonçant que je suis parvenu à convertir le sucre de lait, par le moyen de l'acide sulfurique, en un sirop infiniment sucré, qui a la propriété de produire de l'alcool par la fermentation[2]. »

[1] Acide mucique.

[2] Voir Sucre de lait, liv. I, chap. i.

A quelque temps de cette communication de Vogel (le 10 août 1812), M. Ed. Bérard, fabricant de produits chimiques à Montpellier, adressa à la Société, sur le même sujet, une lettre dont nous extrayons ce qui suit :

« 6 parties d'amidon, traitées de la manière que M. Vogel l'a indiqué, m'ont donné un peu plus de 6 parties de bon sirop bien cuit; mais ce chimiste annonce qu'il n'a obtenu de ce sirop qu'une matière semblable à la pâte de jujube; j'ai concentré ce sirop jusqu'au 35e ou 36e degré bouillant, et, par un repos de huit jours, ce sirop s'est cristallisé comme du miel en hiver. Ce sucre est moins sucré que celui de canne; il est facile de le terrer : il devient alors plus blanc, mais il est moins sucré que celui que l'on obtient en soumettant à la presse la masse cristallisée ; ce dernier est assez blanc ; il devient dur, agréable, peut être employé par les pharmaciens et les liquoristes.

« Dans ma première expérience, j'avais observé qu'il se formait des écumes brunes, je les enlevai ; dans la deuxième, après les avoir enlevées, je les examinai : elles contenaient une substance graisseuse, d'un goût un peu piquant et désagréable. Le sirop et le sucre obtenus dans cette deuxième expérience sont meilleurs.

« Pour extraire la substance graisseuse des écumes, je les fis chauffer dans un vase d'argent, et je me servis d'alcool comme dissolvant. Je fis bouillir les écumes dans ce liquide, je filtrai, et la liqueur qui passa, mise sur un feu suffisant pour faire dissiper l'alcool, laissa en résidu une véritable graisse, jaune comme de la cire, moins consistante ; ce qui était resté sur le filtre devint dur et cassant par la dessiccation, et, rougi au feu, fournit un charbon très-dur.

« Ces deux corps donnent la preuve *qu'il y a précipitation d'une partie du carbone de l'amidon*...

« La quantité de sucre obtenue par une première pression du sirop cristallisé provenant de l'amidon est à peu près égale à la moitié de l'amidon employé.

« Les farines soumises à l'action de l'acide sulfurique donnent un sirop épais, ayant le goût du pain.

« Le riz, traité comme l'amidon, présente à peu près les mêmes phénomènes, il donne autant de sirop; il conserve le goût du riz.

« Les pommes de terre.. donnent peu de sirop, qui est d'une couleur brune très-foncée.

« *Tous ces sirops sont susceptibles de fermentation alcoolique...* »

Le fait observé par Bérard sur la saccharification de la pomme de terre n'a rien qui doive étonner, pour peu que l'on réfléchisse à la composition de ce tubercule, qui ne renferme que de 16 à 20 pour 100 de fécule réelle et qui contient, en outre, une notable proportion de parenchyme non saccharifiable par une aussi faible proportion d'acide sulfurique. Ce parenchyme se noircit et se charbonne dans les liqueurs chaudes, acidulées par l'acide sulfurique. Il se produit divers corps solubles colorés qui influent sur la coloration du sirop, et un fait analogue se produit lorsque l'on veut faire par l'acide la saccharification de la fécule renfermée dans plusieurs racines féculentes plus ou moins riches, sans avoir opéré, au préalable, l'extraction de cette fécule. La petite proportion de fécule se convertit en glycose et en dextrine, mais elle se trouve mélangée à plusieurs substances hétérogènes qui colorent le produit et en dénaturent souvent le goût et la saveur.

« MM. Ittner, docteur en médecine, et Keller, pharmacien à Fribourg, fabriquaient un sirop de sucre avec les matières suivantes :

Amidon pur..................	100	parties.
Eau	200	—
Acide sulfurique..........	4	—
Craie........................	6	—
Charbon animal...........	8	—

« Le sirop qui en résulte a une pesanteur spécifique de 1,500; il a la couleur et la consistance d'un miel clair; il est doux, avec un peu de goût de caramel. Ce sirop, au bout de quatre à six jours, devient presque entièrement une masse concrète de sucre jaunâtre, qui cristallise en forme globuleuse comme des pyrolithes.

« Il est très-propre pour tous les usages auxquels on emploie celui de canne; mais *il en faut une quantité double.*

« Le quintal d'amidon de pommes de terre coûte 32 francs. Les frais en huile de vitriol (acide sulfurique), craie et combustible, peuvent aussi être portés à 32 francs.

« D'après ce calcul, le sirop d'amidon de pomme de terre coûtera tout au plus 75 centimes la livre[1]. »

Voici le procédé de MM. Ittner et Keller :

« L'amidon doit être préparé avec soin et bien lavé, afin d'en séparer la matière glutineuse, sans quoi le goût du sucre n'est pas franc et sa couleur est foncée; celui qu'on retire de la pomme de terre mérite à tous égards la préférence, parce que cette racine ne contient point de gluten.

« 100 parties d'amidon pur délayées à consistance de bouillie dans 200 parties d'eau sont mises dans une chaudière de cuivre bien étamée, dans laquelle on aura fait chauffer jusqu'à l'ébullition 4 parties d'acide sulfurique concentré, étendu de 200 parties d'eau. Il est nécessaire que l'étamage de la chaudière soit composé d'étain fin et non d'étain commun, qui contient ordinairement un tiers de plomb, et qui est susceptible d'être altéré par l'acide.

« Aussitôt que la masse est jetée dans la chaudière, elle prend la consistance de la colle, et, pour éviter qu'elle ne s'attache et ne brûle, on la remue constamment avec une spatule de bois. Si cet accident arrivait, on devrait recommencer l'opération. L'ébullition étant continuée en agitant toujours, on remarque que la masse se liquéfie peu à peu; au bout d'une heure, elle est aussi claire que de l'eau, et l'amidon a disparu. Ce phénomène arrive après une demi-heure d'ébullition, en employant l'amidon de pomme de terre.

« Le liquide, qu'on devra agiter de temps en temps, restera à bouillir pendant douze à quinze heures; on y ajoute de nouvelle eau pour remplacer celle qui s'est évaporée, afin d'éviter que le mélange ne brûle, ou que l'acide, en prenant un degré de concentration trop fort, ne dissolve le métal. Il n'est pas nécessaire de terminer l'opération le même jour; on peut la suspendre à volonté, et la continuer le lendemain ou le surlendemain; mais, dans ce cas, il faut avoir l'attention de ne pas laisser séjourner la liqueur dans la chaudière.

« Après que le mélange a bouilli pendant quinze heures, on en sépare l'acide sulfurique au moyen de la craie en poudre, qu'on ajoute par petites portions, afin d'éviter le boursouflement de la matière et la trop grande abondance des

[1] Juin 1812.

écumes ; 6 parties de craie en poudre suffisent pour saturer 4 parties d'acide sulfurique ; cet acide se combine avec la chaux pour former du sulfate de chaux qui reste insoluble dans le mélange.

« On procède à la clarification du liquide, pour laquelle on emploie 10 parties de charbon végétal pulvérisé qu'on laisse bouillir avec la matière pendant quelques minutes. Le charbon animal est préférable ; il n'en faut que 8 parties.

« Cette opération étant achevée, on retire la chaudière de dessus le feu, et on passe la liqueur à travers un filtre de laine ; celle qui s'écoule d'abord étant trouble, on la porte de nouveau sur le filtre. Le résidu de charbon et de sulfate de chaux est lavé avec de l'eau chaude et soumis à l'action de la presse ; la liqueur qui en résulte est filtrée à part.

« Si l'opération est bien dirigée, la liqueur se trouvera alors parfaitement claire ; elle a un goût douceâtre et une couleur de vin blanc. On la fait bouillir de nouveau dans une chaudière de cuivre, et, lorsqu'elle est réduite au tiers, on la verse dans un vase de terre pour la laisser reposer vingt-quatre heures ; ensuite on la décante et on la fait bouillir jusqu'à consistance de sirop ; on reconnaît la bonne cuite de ce sirop lorsqu'en en prenant une goutte entre les doigts elle laisse un petit filet après les avoir séparés. Dans cet état, il a une pesanteur spécifique de 1,500, c'est-à-dire qu'un verre contenant une once d'eau peut recevoir une once et demie de sirop.

« Ce sirop, après le refroidissement, a la couleur et la consistance d'un miel clair ; il est doux avec un goût de caramel. Après cinq ou six jours, il se convertit presque entièrement en une masse concrète de sucre jaunâtre, qu'on peut employer avec avantage dans l'économie domestique. Ce sucre ne cristallise pas comme celui de canne ; sa forme est globuleuse ; il en faut une quantité double.

« MM. Ittner et Keller, après l'avoir fait dissoudre dans l'eau, l'ont traité de nouveau par le charbon pulvérisé, et l'ont soumis au raffinage : par ce procédé, il devient sensiblement plus blanc, acquiert plus de douceur, et perd son goût de caramel. En le faisant cristalliser une troisième fois, il devient parfaitement blanc. »

On sait que le procédé de Kirchhoff consiste à faire bouillir, pendant trente-six heures, 100 parties d'amidon mêlées avec

100 parties d'eau et 1 partie d'acide sulfurique, à enlever l'excès d'acide par la craie, à traiter le mélange par 10 parties de charbon pulvérisé, à le filtrer, à le concentrer, à la consistance d'un sirop épais, et à l'abandonner ensuite à la cristallisation, M. Schrader, chimiste de Berlin, a répété ce procédé. Il a trouvé qu'en augmentant la proportion d'acide sulfurique on pouvait abréger le temps de l'ébullition, de manière que, en employant 5 parties de cet acide, il ne fallait que *neuf* heures d'ébullition, au lieu de *douze* avec 2 parties, etc. Cependant, comme l'amidon se convertit d'abord en gomme[1] avant de passer à l'état de matière sucrée, il faut le laisser bouillir plus longtemps.

« Schrader a obtenu de 100 parties d'amidon 95 ou 96 parties de sirop, ou 80 parties de sucre. Il confirme au surplus l'observation de Kirchhoff, que 2 parties de ce sucre équivalent à peine à 1 partie de sucre de canne. »

« M. Flashoff, du grand-duché de Berg, annonce à la Société d'encouragement[2] qu'il a suivi pour la confection du sirop d'amidon la méthode de M. Kirchhoff; il ajoute que cette méthode a effectivement réussi, mais que néanmoins elle lui a paru ne donner que des résultats trop faibles, puisqu'il ne retirait de chaque livre de fécule que 9 onces 1/2 de sirop.

« En changeant ou modifiant cette méthode, il est parvenu à convertir en 15 onces 1/2 de sirop bien cuit chaque 1/2 kilogramme de fécule.

« Ses nouveaux moyens sont d'employer l'acide sulfureux au lieu d'acide sulfurique, le bain de sable au lieu de bain-marie, et d'opérer sur de petites masses en multipliant les vases de terre dans lesquels il fait son opération. Il prescrit d'ajouter de l'eau à mesure qu'elle s'évapore, afin que le mélange ne brûle point. La pureté de la fécule de pommes de terre lui paraît indispensable pour avoir du bon sirop ; il préfère l'écaille d'huître aux autres carbonates pour la saturation de l'acide. »

M. Bouriat, dans le rapport qu'il fit, le 5 janvier 1814, au sujet de cette communication, fait remarquer avec raison que le procédé de M. Flashoff n'est pas manufacturier, qu'il est

[1] Dextrine.

[2] Nous avons extrait du *Bulletin* de la Société les détails qui précèdent sur l'histoire industrielle du sucre d'amidon.

difficile de régler la chaleur d'un bain de sable, et se demande pourquoi l'auteur n'indique pas le degré de l'acide sulfureux dont il se sert, et quelle est la raison qui lui fait préférer l'écaille d'huître pour la saturation.

Dans un rapport du même jour (5 janvier 1814), au sujet des produits fabriqués par M. Thorin, de Paris, M. Bouriat expose un phénomène particulier, qui pourrait bien être la base de plusieurs procédés employés aujourd'hui pour la fabrication de la *dextrine* ou *gommeline* :

« Cette préparation, dit-il, m'a présenté un phénomène digne de remarque : *la fécule, avant de se convertir en substance sucrée, passe à l'état gommeux*. A cette époque, j'en ai fait évaporer après avoir saturé l'acide et filtré, pour la réduire en consistance presque solide; la masse obtenue avait beaucoup des caractères de la gomme arabique, formant aux doigts la même adhérence, également soluble dans l'eau froide, sans troubler davantage sa transparence. Mais lorsqu'elle est parfaitement desséchée, elle devient plus friable que la véritable gomme. Il ne serait peut-être pas inutile de s'assurer par quelques nouvelles expériences si l'on pourrait obtenir une substance gommeuse propre à être employée dans beaucoup d'arts, et qui serait d'un prix trois fois moindre que la gomme arabique. »

Cette observation, bien que faite antérieurement par Vogel, n'est pas moins précieuse à enregistrer, car elle contient explicitement les principes qui dirigent la fabrication de la *gomme artificielle*, connue sous le nom de *gommeline*, et dont on a voulu, de notre temps, faire un monopole. C'est toujours avec une conviction de plus en plus grande que l'on peut douter d'un grand nombre de nouveautés, et sauf quelques détails, quelques appareils, il est rare qu'on ne puisse pas retrouver dans les travaux de nos prédécesseurs la source authentique de nos découvertes...

Nous passons maintenant à l'examen des procédés actuellement suivis pour la saccharification de la fécule, ou sa transformation en glycose.

A. *Saccharification de la fécule par l'acide sulfurique.*

Cette réaction s'opère dans des appareils de formes diverses, avec plusieurs modifications de détail dans l'exécution des pro-

cédés; mais, au fond, la méthode est sensiblement la même partout.

Voici la description du procédé de M. Dubrunfaut, qui s'est beaucoup occupé de cette fabrication.

« La cuve a une capacité de 20 hectolitres; elle peut facilement comporter le travail de 300 kilogrammes de fécule. Supposons que l'on veuille commencer une opération, on amène dans la cuve 600 litres d'eau; le feu étant mis sous la chaudière, on chauffe cette eau à la vapeur jusqu'à + 80° environ; pendant ce temps, on délaye séparément, dans une cuve disposée à cet effet, les 300 kilogrammes de fécule avec 600 kilogrammes d'eau et 6 kilogrammes d'acide sulfurique à 66°; alors on verse de cette fécule délayée dans la cuve à saccharifier, par la trappe qu'elle porte à sa partie supérieure; on la verse par petites portions et graduellement, en faisant mouvoir l'agitateur. La bouillie de fécule trouve ainsi dans la cuve de l'eau à une température suffisante pour la convertir en empois, et l'acide sulfurique qu'elle porte avec elle ne tarde pas à la liquéfier.

« Il est essentiel, pour la conduite de l'opération et pour ne pas rencontrer de difficultés, de ne pas verser la fécule en une seule fois, mais bien à trois reprises différentes et en trois parties égales. On verse la première quand l'eau de la cuve est à environ + 80°, en ayant soin de battre le mélange. On continue le chauffage à la vapeur; l'empois se liquéfie par le contact de l'acide sulfurique, et la température, qui s'était abaissée par le contact de la bouillie, ne tarde pas à remonter vers + 80°.

« On ajoute alors la deuxième portion de fécule délayée; on agite; même abaissement et même élévation de température; quand elle est à + 75°, on ajoute la troisième portion de cette même fécule; l'on ferme la trappe avec soin; on la lute même; l'on porte la température de la cuve à + 80°, et on l'abandonne à elle-même pendant six heures. C'est pendant ce repos que la saccharification de la fécule doit s'opérer, et elle a besoin d'être favorisée, non-seulement par la présence de l'acide sulfurique, mais encore par le concours d'une température maintenue à + 80°. C'est pour cela qu'à la naissance de cette branche d'industrie, au lieu de conserver la chaleur dans la cuve pendant six heures, on continuait d'introduire de la va-

peur pendant six heures, pour maintenir le mélange à l'ébullition. *Il a été reconnu depuis que cette ébullition est inutile*, et qu'il suffit de conserver la température pour obtenir un bon résultat et économiser beaucoup de charbon...»

« On a pu remarquer que j'ai recommandé d'employer 6 kilogrammes d'acide sulfurique pour 300 kilogrammes de fécule; ce qui fait 2 pour 100. On pourrait augmenter cette proportion d'acide, *ainsi que l'a reconnu Saussure*, sans préjudice au succès de l'opération. Ce chimiste a observé, en effet, que *la saccharification est d'autant plus prompte et plus complète que la dose d'acide est plus grande*. La proportion de 2 pour 100 est cependant convenable, et suffit pourvu qu'on n'abrége pas le terme de six heures, fixé pour le repos. »

Il convient de faire observer que cette proportion de 2 centièmes d'acide, calculée sur le poids de la fécule, a été regardée comme préférable au dosage de Kirchhoff, dès les premiers essais de la fabrication du glycose. Cependant, lorsque l'on emploie 2 kilogrammes d'acide à 66° pour 100 kilogrammes de *fécule commerciale*, il va de soi que la proportion réelle d'acide est un peu supérieure à cette relation, puisque cette fécule, renfermant 4 équivalents d'eau *au moins*, ne peut être évaluée à plus de 81,82 de matière réelle sur 100 parties.

La proportion $81{,}82 : 100 :: 2 : x = 2.444$ accuse une relation effective de 2,44 d'acide à 66° pour 100 de fécule. On pourrait se borner à l'emploi de 1k,636 d'acide pour 100 kilogrammes de fécule du commerce, ce qui représenterait exactement le rapport de 2 pour 100; mais comme un peu plus d'acide est loin d'être nuisible, ainsi que nous l'avons déjà dit, on ne risque rien autre chose, en employant 2 kilogrammes d'acide, que la dépense excédante de 364 grammes de ce même acide et de la craie correspondante pour la neutralisation.

Quand la saccharification est terminée, il faut neutraliser l'acide sulfurique par une base ou un carbonate susceptible de former un sulfate insoluble.

La crainte d'employer un excès de chaux en lait, le meilleur de tous les agents possibles, a fait donner une préférence bien peu justifiée au carbonate de chaux. Le dégagement de l'acide carbonique est beaucoup plus désagréable par son efferves-

cence, que la nécessité de faire avec attention la saturation par la chaux.

Dans ce dernier cas, le plus rationnel et le plus prompt, selon nous, il faudrait se baser sur les données suivantes :

1° L'équivalent de l'acide sulfurique à 66° égale....	612,50
2° Celui de la chaux caustique est de.............	350,00

Si l'on veut reporter le calcul à l'emploi de 1,000 grammes d'acide sulfurique à 66° (2 kilogrammes à 50° environ), on aura la proportion :

$$612{,}5 : 350 :: 1{,}000 : x = 571{,}42857.$$

D'où l'on conclura que l'on doit, par chaque kilogramme d'acide à 66° employé, peser 571gr,42857 (soit 572 grammes) de *chaux vive*, que l'on fera éteindre, et que l'on ajoutera à l'état laiteux à la liqueur. Ce mode est aussi facile que l'emploi empirique de la craie, et, d'ailleurs, le papier de tournesol peut accuser la saturation aussi bien dans un cas que dans l'autre.

Quoi qu'il en soit, on emploie, d'après M. Dubrunfaut, 10 kilogrammes de craie finement pulvérisée pour saturer les 6 kilogrammes d'acide. Cette quantité est évidemment trop forte, puisque l'équivalent du carbonate de chaux à employer serait seulement de 6k,122, selon la proportion :

$$612{,}5 : 625 :: 6{,}000 : x = 6122{,}4486.$$

L'excès de carbonate de chaux n'étant pas nuisible, on ne risque donc absolument rien d'employer la proportion indiquée. La neutralisation démontrée par le papier bleu de tournesol qui ne doit plus passer au rouge, on procède à la décoloration, à la clarification, à la filtration ; puis on évapore en consistance convenable.

L'équivalent de la fécule étant 2,025, et celui du glycose 2,475, on trouve théoriquement que 100 parties de fécule *supposée pure et sèche* doivent produire 122,22 parties de sirop, selon la proportion :

$$2{,}025 : 2{,}475 :: 100 : x = 122{,}22.$$

M. Dubrunfaut accuse un rendement de 110,14 pour 100; mais, en général, la pratique n'atteint pas ce résultat, et ne dépasse guère poids pour poids.

On ne peut, en effet, calculer que sur la valeur de la fécule commerciale en matière sèche ; or, nous avons vu que cette fécule n'offre qu'une richesse de 81,82 pour 100... Il en résulte que 100 kilogrammes de cette fécule ne peuvent produire *théoriquement* que 100k,002 de glycose, en supposant qu'elle soit transformée tout entière, qu'il ne se produise qu'une proportion insignifiante de gomme, etc. Ces conditions sont à peu près irréalisables, mais la pratique admet, en général, un rendement de poids pour poids, dans lequel il faut compter l'excédant d'eau qui reste dans le sirop.

C'est ici le lieu de faire, pour les fécules, la même observation que nous avons émise à propos de la betterave. De la même manière que les fabricants de sucre prismatique ne devraient acheter leur matière première qu'en raison du sucre réel qu'elle peut contenir, les industriels qui préparent le glycose et tous ceux qui achètent des fécules ne devraient payer ces matières qu'en proportion de leur valeur en substance sèche. Il ne serait pas difficile de dessécher rapidement, au-dessus d'une lampe à alcool, dans un petit plateau métallique dont le poids serait connu, une dizaine de grammes de la fécule essayée. La perte de poids éprouvée et constatée donnerait très-approximativement la valeur de cette denrée, en indiquant la proportion d'eau qui y est contenue.

M. Weinrich conseille de chauffer le mélange d'acide, d'eau et de fécule, à quelques degrés au-dessus de $+100^0$, et il prétend que, par ce moyen, la saccharification est complète en deux ou trois heures. Cette modification n'est pas difficile à pratiquer lorsque l'on emploie la vapeur. Il suffit d'augmenter la pression jusqu'à ce que l'on ait atteint le degré convenable ; ainsi, pour augmenter la tension jusqu'à un point tel que la température de la vapeur soit portée à $+105^0$, en admettant que :

1° $0^m,143$ de mercure représentent l'excès de tension de la vapeur à $+105^0$;

2° Et que la soupape ait une ouverture superficielle de 20 centimètres carrés ;

Le produit de $0,143 + 0,002 = 145 \times 0,0020 = 290$ centi-

mètres cubes de mercure, multiplié par la densité 13,5 de ce métal, donnera le poids 3_k,915, dont il faut charger la soupape.

La formule à suivre peut être aisément établie. Soit *c* la colonne mercurielle représentant l'excès de tension de la vapeur, *d* l'ouverture de la soupape, évaluée en surface, et P le poids cherché, on a :

$$c + 2 \times d \times 13,5 = P.$$

Dans tous les procédés de saccharification de la fécule, on reconnaît que l'opération est terminée, c'est-à-dire que la fécule est détruite et transformée, lorsqu'elle ne fournit plus sa réaction caractéristique, laquelle est de prendre une belle couleur bleue sous l'influence de l'iode. Il suffira donc, pour s'assurer de l'état de la réaction, de prendre quelques gouttes du liquide sur une soucoupe, et, après refroidissement, d'y ajouter un peu de teinture d'iode. Si la coloration bleue se manifeste, l'opération n'est pas finie ; elle est terminée, au contraire, lorsque la couleur de la liqueur ne change plus par l'iode.

Cette teinture est facile à préparer : on introduit de l'iode dans un flacon bouché à l'émeri, et l'on verse par-dessus de l'alcool à 50 degrés centésimaux.

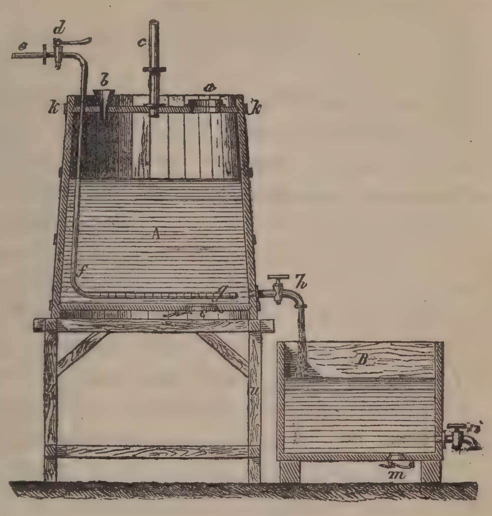
Il faut avoir soin que l'iode soit toujours en excès dans cette liqueur, dont une seule goutte suffit pour un essai.

Voici les principaux détails du procédé habituel suivi par la fabrication, pour la préparation du glycose sous ses trois états, de *sirop de fécule*, *glycose en masse*, et *sucre* ou *glycose granulé*.

On commence par saccharifier la fécule en la faisant arriver peu à peu dans de l'eau acidulée bouillante. Le mélange acide est formé de 98 parties d'eau et 2 parties d'acide; souvent on n'emploie même que 0,01 de ce dernier ; la fécule à saccharifier ne doit pas dépasser 20 pour 100 du poids du liquide.

La cuve à saccharifier A est en bois (fig. 79); les douves ont une épaisseur de 10 centimètres, et souvent l'intérieur est doublé en plomb. Un fond supérieur *kk*, très-solide et résistant, donne passage à un tube *c* pour le dégagement des vapeurs. Un trou d'homme *a* sert à la saturation, et un entonnoir *b* est réservé pour l'introduction de la fécule. Un tube *efg* en plomb apporte la vapeur nécessaire : la portion horizontale *fg* de ce

tube est fendue par des traits de scie dans la moitié environ de son diamètre et de distance en distance. Enfin, un trou d'homme *c*, au fond inférieur, sert à retirer les dépôts, et le robinet *h* permet la sortie de la liqueur après décantation. Celle-ci se rend par un caniveau ou directement dans un réservoir B, où elle peut déposer encore une partie de ses impuretés.



(Fig. 79.)

La marche de l'opération est très-simple. On introduit d'abord dans la cuve une certaine quantité d'eau, soit 30 hectolitres pour 1,000 kilogrammes de fécule à traiter, et l'on ajoute, en brassant à l'aide d'un agitateur, de 20 à 25 kilogrammes d'acide sulfurique à 60°. On ouvre le robinet *d* pour l'introduction de la vapeur, et, pendant que le liquide s'échauffe, on délaye la fécule avec son poids d'eau. Lorsque le liquide de la cuve est à + 100°, on y verse peu à peu, par portions d'une vingtaine de litres, la bouillie féculente; l'entonnoir *b* sert à cette introduction pendant laquelle on maintient la liqueur en ébullition. Lorsque toute la fécule a été versée, on se trouve avoir introduit dans la cuve 40 hectolitres d'eau en tout, 25 kilogrammes d'acide et 1,000 kilogrammes de fécule.

L'opération est terminée ordinairement trois quarts d'heure après la dernière introduction de fécule ; mais il faut toujours s'en assurer par la teinture d'iode.

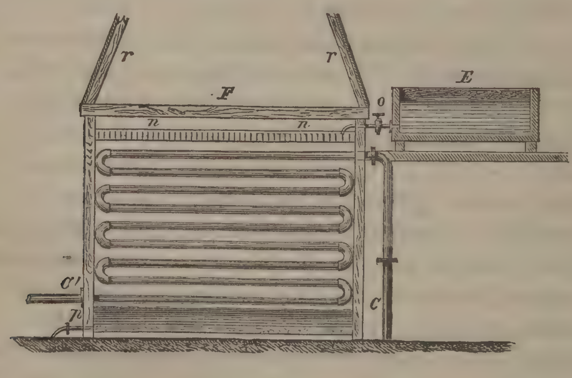
On arrête alors la vapeur en fermant le robinet *d*, puis on introduit en agitant et *peu à peu*, par le trou d'homme *a* du faux fond supérieur, la quantité de craie pulvérisée nécessaire à la saturation, dont on suit la marche par le papier de

tournesol. Il faut normalement de 25 à 26 kilogrammes de craie pour saturer 25 kilogrammes d'acide, selon le calcul :

$$612.5 : 625 :: 25 : x = 25.51.$$

On emploie ordinairement de 26 à 27 kilogrammes de carbonate calcaire. Lorsque la saturation est opérée, on laisse reposer la liqueur pendant dix ou douze heures, soit dans la cuve même, soit dans un réservoir B. Dans le premier cas, on soutire la liqueur claire par le robinet *h* et on la fait passer dans le réservoir B ; les dépôts boueux de sulfate de chaux sont extraits par le trou d'homme *c* et envoyés au débourbage et au lavage. Les eaux d'égout et de lavage sont jointes au reste du produit.

Dans le second cas, le dépôt se fait dans le réservoir B et la cuve A est prête aussitôt pour une autre opération. Le liquide clair du réservoir est soutiré par le robinet *i*, envoyé sur un filtre à noir en grains, et de là dans des réservoirs, d'où on le fait monter à l'aide d'une pompe dans un réservoir supérieur E (fig. 80). La dissolution de glycose offre alors une densité moyenne de 15° Baumé, et elle doit être concentrée à l'état sirupeux.

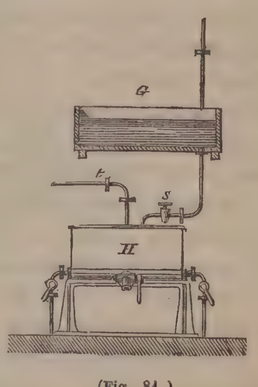


(Fig. 80.)

Le réservoir E est alimenté par les sirops faibles sortant des filtres et déposé dans des caisses où il est puisé par une pompe élévatoire ; on utilise, pour sa concentration, les vapeurs qui s'élèvent des cuves à saccharifier pendant l'opération. Ces vapeurs, s'élevant en C, parcourent un serpentin dont

les tubes sont contournés horizontalement dans une grande caisse F découverte à sa partie supérieure, et munie d'un dôme *rr* pour l'issue des vapeurs de la concentration. Le tube C sort de la caisse en C′ pour se rendre dans une cheminée d'appel, après avoir traversé une caisse à laver, qui retient les produits volatils condensables, afin de diminuer la mauvaise odeur et les causes d'infection pour le voisinage. Un robinet *o* verse du sirop dans un caniveau *nn*, et le liquide tombe en pluie fine par de nombreuses ouvertures sur le serpentin ; il se condense rapidement et arrive dans un caniveau inférieur, d'où il s'échappe par un tube *p*.

Il se rend dans un réservoir G (fig. 81), d'où un robinet *s* le fait arriver à volonté dans une chaudière H à évaporer. Cette chaudière est ordinairement celle de Pecqueur ; elle reçoit la chaleur par une prise de vapeur *t*. Le sirop à 30° Baumé est envoyé dans des caisses de repos, où il se purifie de la partie insoluble du sulfate de chaux, puis il est embarillé.



(Fig. 81.)

On le filtre quelquefois à froid sur le noir avant de le mettre en barriques, lorsqu'on doit le livrer *blanc* à la consommation. Le produit des opérations que nous venons de décrire constitue le sirop de fécule.

Si l'on veut préparer le glycose solide, on pousse la concentration du sirop jusqu'à 40° Baumé bouillant, puis on le fait passer dans des rafraîchissoirs, où on le laisse jusqu'à ce que l'on aperçoive le commencement de la cristallisation ; on l'introduit alors dans les futailles d'expédition, où il achève de prendre l'état solide du glycose en masse.

La préparation du *sucre granulé* repose sur les mêmes principes. On saccharifie la fécule le plus complétement possible, on sature le sirop et on le décolore par une filtration suffisante sur le noir en grains. La concentration est ensuite poussée jusqu'à 32° à 33° Baumé, un peu plus loin en été qu'en hiver ; le sirop passe dans des réservoirs refroidis à l'extérieur, afin de faire déposer les sels insolubles ; trente

heures après, on soutire la partie claire, tombée à +15° ou +18° de température, et on la met *cristalliser* dans des tonneaux défoncés par un bout, et dont l'autre fond est percé de traus bouchés avec des chevilles de bois.

Ces cristallisoirs sont élevés sur chantiers à 40 ou 45 centimètres au-dessus d'un large caniveau doublé de plomb et destiné à l'écoulement des sirops d'égout. On en dispose ainsi plusieurs rangées, selon les besoins de la fabrication.

Chaque tonneau est rempli aux 4/5 par du sirop, puis on verse par-dessus une couche d'acide sulfureux pour empêcher la fermentation. Au bout de dix jours, le sucre granulé commence à se déposer, et lorsque la solidification est arrivée aux deux tiers ou aux trois quarts de la masse, on ôte les chevilles des fonds, et les sirops d'égout s'écoulent sur le caniveau. Comme ces sirops renferment une quantité notable de dextrine qui a échappé à la saccharification, on les remet dans la cuve A, avant la saturation par le carbonate de chaux.

Le sucre granulé égoutté est mis à sécher à l'étuve, dans un courant d'air à + 25°, sur des aires en plâtre, afin de faire observer une partie du sirop interposé.

Les petites masses de grains agglomérés sont séparées au crible ou à la claie, et ensuite brisées entre des cylindres.

Nous pensons que la purge du sucre granulé serait susceptible d'améliorations importantes ; ne serait-il pas possible, en effet, de faire subir à ce sucre une cristallisation dans des *vergeoises* et de le claircer ensuite par quelque agent susceptible de dissoudre la dextrine sans avoir d'action notable sur le glycose? Pourquoi même, après l'avoir fait cristalliser à l'ordinaire, comme il vient d'être dit, ne le purgerait-on pas à la turbine? La dessiccation en deviendrait plus facile et plus prompte...

M. Payen a donné le compte de fabrication suivant pour le glycose :

Fécule, 2,000 kilogrammes à 22 francs.	440 fr.
Acide sulfurique, 45 kilogrammes......	8
Craie, 45 kilogrammes................	2
Main-d'œuvre.......................	12
Direction..........................	10
Combustible........................	20
A Reporter.............	492 fr.

Report............	492 fr.
Loyer, entretien......................	12
Transports...........................	10
Noir d'os............................	36
	550 fr.
Sirop à 33°, 3,000 kilogrammes (ou glycose solide, 2,000 kilogrammes).....	600
Bénéfice....	50 fr.

Il nous paraît impossible d'admettre ces éléments. En effet, le prix de la fécule est beaucoup plus élevé en moyenne que le chiffre donné, surtout depuis la diminution du produit des pommes de terre, et l'on peut le porter hardiment au double. D'un autre côté, dans une fabrique importante, faisant plusieurs opérations par jour, les frais accessoires sont portés à un taux trop élevé. La *direction*, surtout, nous paraît être dans des conditions exagérées, car, à ce chiffre, un contre-maître, dirigeant la fabrication et ne faisant pas d'autre travail, gagnerait proportionnellement plus que le fabricant lui-même. Ce compte doit être établi sur les bases suivantes, pour ne pas s'exposer à commettre des erreurs toujours graves en industrie.

Compte de fabrication du glycose, pour l'emploi de 2,000 kilogrammes de fécule par jour seulement.

Fécule, 2,000 × 300 = 600,000 kilogrammes à 45 fr.	270,000 fr.
Acide sulfurique, 13,500 kilogrammes à 18 fr..... .	2,430
Craie, 13,500 kilogrammes à 4 fr...................	540
Main-d'œuvre et traitement du contre-maître ou chef ouvrier, 15 fr. par jour........................	4,500
Combustible..................................	6,000
Noir d'os....................................	9,000
Loyer, entretien, frais divers....................	3,000
Transports....................................	3,000
	298,470 fr.
Produit : Glycose en masse, 600,000 kilogrammes à 57 fr. 50 c. les 100 kilogrammes................................	345,000
Différence.........	46,530 fr.

Encore est-il à remarquer que la fécule commerciale doit être l'objet de la plus grande attention de la part de l'acheteur, du fabricant de glycose surtout. Elle n'est jamais sèche, et comme sa nature est très-hygrométrique, il n'est guère de fécule du commerce qui ne renferme environ 18 pour 100

d'eau. Ce chiffre réduit la fécule réelle à 820 kilogrammes, au lieu de 1,000 que l'on a cru acheter. On ne devrait donc acheter les fécules que selon leur degré de dessiccation ; c'est, d'ailleurs, ce que pratiquait M. Dubrunfaut, qui plaçait un poids donné de fécule dans le plateau d'une balance, au-dessus d'une lampe à alcool. La perte éprouvée représentait la proportion d'eau hygrométrique, comme nous l'avons déjà dit précédemment.

D'un autre côté, la fécule est souvent falsifiée par des matières plus ou moins inertes, telles que la craie, l'argile, différents sulfates, etc. On s'assure de ces falsifications en faisant incinérer un poids donné de fécule *sèche* qui ne doit pas produire plus de 0,009 à 0,01 de résidu, soit de 9 millièmes à 1 centième au plus.

L'acide sulfurique est loin d'être le seul qui puisse produire la transformation de la fécule en dextrine, puis en glycose ; tous les acides minéraux et plusieurs acides d'origine végétale sont doués de la même propriété, et ils agissent sur la fécule d'une manière plus ou moins rapide et profonde, selon la température du mélange et la proportion d'acide employée.

L'acide azotique, trop cher, d'ailleurs, pour être d'un usage industriel, donnerait lieu à des produits trop complexes ; mais l'acide chlorhydrique est souvent substitué avec avantage à l'acide sulfurique pour la fabrication du glycose et des moûts fermentescibles de fécule. En effet, dans les localités où se fabrique le sulfate de soude par la décomposition du chlorure de sodium ou sel marin, l'acide chlorhydrique est parfois d'un écoulement assez difficile, et il tombe à un prix très-bas, qui donne beaucoup de bénéfice à son emploi. L'usage de cet acide n'offre aucune difficulté et son dosage se fait dans les mêmes proportions que celui de l'acide sulfurique. Nous ferons cependant, à l'égard de l'acide chlorhydrique, une observation que nous croyons de nature à intéresser les fabricants. Il nous a semblé que, dans maintes circonstances, la production de *matière gommeuse* ou *dextrine* est plus considérable que par l'acide sulfurique. En tout cas, la plupart des distillateurs qui opèrent la saccharification des matières féculentes par l'acide muriatique n'atteignent pas un rendement alcoolique aussi élevé que par le traitement sulfurique. La préparation du glycose par l'acide chlorhydrique offre en outre ce dés-

avantage de ne pouvoir être appliquée qu'à l'alcoolisation. Les liqueurs glycosiques ainsi produites, saturées par la chaux ou la craie, retiennent le chlorure de calcium très-soluble qui résulte de la saturation, en sorte que les sirops et les sucres en masse ne pourraient être séparés de ce sel.

La théorie de la saccharification de la fécule par les acides n'est pas encore parfaitement élucidée; on sait seulement que ce corps, en présence des acides, prend 4 équivalents d'eau, sans qu'il y ait lieu à aucune déperdition de l'acide sulfurique employé. La réaction est conforme à la formule :

$$C^{12}H^9O^9.HO + SO^3.HO + 10HO = C^{12}H^9O^9.5HO + SO^3HO + 6HO$$

en sorte que, chimiquement parlant, cette transformation ne serait qu'un phénomène d'hydratation favorisé artificiellement par l'action dissolvante que l'acide exerce sur la fécule.

Ceci ne paraît plus douteux, lorsque l'on considère que, si l'on introduit de la fécule dans une lessive alcaline, de potasse, par exemple, la matière amylacée se dissout et qu'au bout d'un certain temps, si la liqueur a été exposée à une chaleur de + 30° à + 35°, elle renferme de l'acétate de potasse. Or, l'acide acétique ne peut s'être formé que par une saccharification préalable.

Au demeurant, le second mode de saccharification de la fécule, plus naturel que le précédent, est encore beaucoup plus curieux.

B. *Saccharification de la fécule par le gluten ou par la diastase.*

Kirchhoff avait annoncé en principe que la saccharification de la fécule des graines était due au *gluten* de ces mêmes graines, et que, *par la germination*, ce principe azoté acquérait la propriété de transformer en sucre une quantité de fécule *plus considérable* que celle de la graine...

Il est aisé de voir que le chimiste russe confondait l'action du gluten, action saccharifiante *à chaud*, il est vrai, avec celle plus énergique de la diastase.

Kirchhoff produisait la saccharification de l'empois en y ajoutant 1 de gluten pulvérisé pour 2 d'amidon et maintenant le mélange à + 50° ou + 60° pendant dix à douze heures. Voici

les termes dans lesquels son procédé est rapporté par Virey :

« Kirchhoff a formé directement du sucre avec la fécule et le ferment. Sur 2 parties de fécule, il verse 4 parties d'eau froide; puis, en remuant, il ajoute 20 parties d'eau bouillante; il mêle à cet empois épais et chaud 1 partie de *gluten* pulvérisé, et expose le mélange pendant huit à dix heures à une température de $+40^0$ à $+60^0$ Réaumur. L'empois se liquéfie alors, et l'on peut le filtrer. La liqueur limpide contient un peu d'acide; on la concentre : c'est un sirop très-sucré comme celui du malt. On peut le faire passer, à l'aide du levain acide, à la fermentation vineuse. L'alcool ne dissout qu'en partie ce sirop; on en obtient de petits cristaux blancs, indistincts.

« On retrouve presque tout le gluten sur le filtre. C'est l'action de ce gluten sur la fécule qui peut déterminer la formation du sucre. Cette action est singulièrement favorisée par la germination. Les fécules sans gluten, comme celles de la pomme de terre, ne passent à la fermentation vineuse qu'autant qu'on ajoute du gluten. »

On lit encore dans l'auteur à qui nous avons emprunté ce passage :

« Le *ferment* de Thénard, ou *zimôme* de Taddey, se trouve dans le raisin, les baies de sureau, les pommes et autres fruits, les *sedum,* etc. Celui de la levûre de bière fait fermenter sans la présence de l'air, tandis que celui des raisins exige cette présence, est une sorte de pâte grisâtre, d'odeur aigre, se putréfie spontanément, fait passer, comme le gluten, la fécule amylacée en matière sucrée, ainsi que l'hordéine de l'orge, selon Kirchhoff et Proust, est insoluble à l'eau et à l'alcool qui lui enlève la propriété de fermenter, comme aussi l'ébullition dans l'eau. M. Taddey nomme *zimôme* le ferment pur, et il a reconnu qu'avec la résine de gaïac il se développait une belle couleur bleue. »

Les témoignages à l'égard de Kirchhoff et de Proust abondent dans les écrits et mémoires de leur temps, et nous avons nous-même répété nombre de fois cette saccharification par le gluten et par la levûre de bière. Dans cette circonstance, l'art a imité la nature, et c'est précisément lorsqu'il cherche à la copier le plus fidèlement qu'il enfante le plus de merveilles, et met au jour les procédés les plus applicables.

Il semble, en effet, que les cotylédons des graines ne soient

remplis de fécule que dans un but déterminé, celui de produire du sucre, et cette réaction a été déjà, depuis longtemps, constatée par nombre d'observateurs...

Nous avons maintenant à étudier un instant cette transformation de la fécule en sucre par la *diastase*, laquelle n'est autre chose qu'un *ferment* doué de propriétés particulières qui rendent son action plus énergique et plus prompte, mais non pas exceptionnelle...

Les ferments, ou plutôt le ferment diastatique, en présence de l'humidité et au contact de l'air atmosphérique, réagit sur la fécule $C^{12}H^{10}O^{10}$ et la transforme en glycose $C^{12}H^{10}O^{10}+4HO$ en l'*hydratant* jusqu'à la proportion de quatre équivalents d'eau.

Il est facile de se rendre compte de cette action en faisant germer de l'orge, par exemple, et en arrêtant la germination lorsque la plumule a atteint deux fois et demie ou trois fois la longueur du grain.

Si l'on triture avec 8 ou 10 parties d'eau ces grains germés et qu'on filtre ensuite le liquide après l'avoir traité par quelques gouttes d'acétate de plomb, pour précipiter toutes les matières hétérogènes, on pourra constater au saccharimètre la présence du sucre.

Il en sera de même si l'on se contente de filtrer le produit sans le traiter par la dissolution d'acétate plombique et qu'on le soumette à la fermentation directe, ou aux expériences de saccharimétrie chimique. On peut même se passer de la filtration préalable et laisser la fermentation suivre son libre cours.

En laissant la germination s'avancer un peu plus, la plus grande partie de la matière amylacée a subi la transformation saccharine, et si l'on triture les graines avec 8 ou 10 parties d'eau tiède, portée à $+25$ ou $+30$ degrés centigrades, la fermentation alcoolique se développera dans le vase, aussi régulièrement que si l'on agissait sur une simple dissolution de sucre...

Si nous prenons une graine et que nous observions son tissu à l'aide du microscope, nous pouvons constater une enveloppe extérieure composée de cellules dans la constitution desquelles entre l'azote. A l'intérieur de cette membrane se trouve le plus souvent une masse amorphe d'une substance hydrocarbonée, qui est, la plupart du temps, la fécule ou le mucilage,

et enfin, dans un point quelconque de cette masse, une petite *cellule-type*, simple au moment de la fécondation, et s'étendant, après cette époque, tout le temps qu'elle reste attachée à l'individu mère, de manière à présenter, en deux sens différents, une agrégation de cellules dont la forme correspond à la future tige et aux racines qui doivent se développer par la suite.

Lorsque cette graine est séparée de l'individu qui lui a donné naissance, le mouvement vital, qui avait commencé sous l'influence de la vie d'association, s'arrête complétement, et la graine reste à l'état léthargique ou de mort apparente, pendant un temps plus ou moins long, sans décomposition élémentaire. C'est ce temps de repos absolu qu'on a appelé durée de la propriété germinative. Mais aussitôt que l'on place la semence dans les circonstances nécessaires de température, d'humidité et d'aération, l'électricité générale reprend son influence, et le mouvement vital, suspendu momentanément, se rétablit aussitôt. Les cellules azotées, qui forment l'enveloppe périphérique, subissent un commencement de décomposition, qui agit spécialement sur la matière qui les tient agrégées. Dès que ces cellules passent à l'état de dissociation, elles deviennent un agent transformateur d'une puissance énergique [1]...

L'action saccharifiante du *gluten*, de la *levûre*, et de certains ferments a été depuis longtemps mise hors de doute ; il en est de même de la propriété de l'*orge germée*, et cette substance réduite en farine grossière a été employée de temps immémorial pour saccharifier la fécule des pommes de terre que l'on veut faire fermenter pour les livrer à la distillation. C'est à tort que certaines personnes font honneur de cette découverte à un chimiste moderne, déjà assez riche de ce qui lui appartient pour qu'il n'ait pas besoin des choses du domaine public.

L'action de l'orge germée était connue, cela est incontestable, et l'on s'en servait communément dans les provinces du nord-est de la France, dès le commencement de ce siècle, sans que les *brandeviniers* [2] aient jamais pu nous dire de qui, eux,

[1] *Traité théorique et pratique de la fermentation.* N. Basset, 1858.

[2] Distillateurs (expression d'origine allemande usitée dans l'ancienne Lorraine et les Trois-Evêchés).

ou leurs pères, tenaient ce procédé. Mais on ne connaissait pas à l'état de pureté le principe chimique auquel était due l'action saccharifiante du malt. Les brasseurs avaient depuis des siècles constaté que les *brassins* prennent une saveur sucrée, aussitôt que l'orge germée est introduite dans les cuves.

La découverte de Kirchhoff, relative à l'action du gluten, fit faire un pas à la question ; Proust la conduisit un peu plus loin... Enfin, en 1833, MM. Payen et Persoz *isolèrent* la *diastase*, ou le ferment actif qui produit ce phénomène d'une manière si constante, qu'il soit employé seul ou mélangé avec les autres principes de l'orge germée.

Ajoutons que toutes les graines germées contiennent de la diastase ou un principe analogue. La nature a pourvu à la création du sucre nécessaire aux premières phases de la vie végétale, et, partout, l'agent transformateur est à côté de la substance transformable.

Il est à remarquer que, dans la *saccharification naturelle*, l'agent de transformation est neutre à nos réactifs, bien qu'il soit doué de la même électricité que ce que nous appelons *acide*, tandis que, si nous mettons en contact du sucre dissous et l'un de ces agents *isolés*, la liqueur prend bientôt un caractère prononcé d'acidité.

Il paraîtrait, d'ailleurs, d'après diverses expériences de Théodore de Saussure, que l'empois d'amidon se transforme *spontanément* en plusieurs matières, dans lesquelles on rencontre constamment le glycose et une matière gommeuse analogue à ce que nous nommons aujourd'hui *dextrine*. Selon cet observateur, il se produirait une autre matière, intermédiaire entre l'amidon et la gomme, qu'il nomme *amidine*, une sorte de *ligneux amylacé*, et il resterait un peu de fécule non décomposée. L'action du gluten, d'après les remarques de ce même auteur, ne ferait que *hâter* la saccharification de l'amidon.

Ces expériences ont besoin d'être reprises et suivies avec une grande attention.

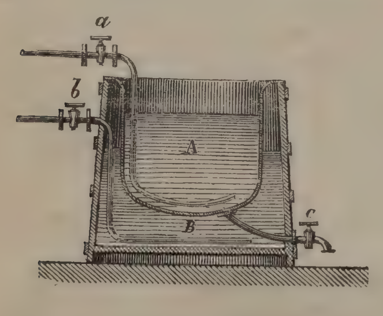
Théodore de Saussure formait de l'empois avec 1 de fécule et 12 d'eau bouillante, et il abandonnait le tout à la décomposition à + 20° ou + 25°, soit avec le contact de l'air, soit sans cet élément. Voici les résultats qu'il indique dans les deux cas :

Résultats de la fermentation de l'amidon (sur 100 parties).

Produits.	Sans le contact de l'air.	Avec le contact de l'air.
Sucre (glycose)...........	47,40	49,70
Gomme (dextrine)..........	23,00	9,70
Amidine.................	8,90	5,20
Ligneux mêlé de charbon...	traces.	0,30
Ligneux amylacé..........	10,30	9,20
Amidon non décomposé.....	4,00	3,80
	93,60	77,90

Cette analyse ne rend pas un compte suffisant de la perte considérable que l'on remarque dans les deux cas ; mais, telle qu'elle est, elle permet de constater que 100 parties d'amidon peuvent donner de 47 à 50 pour 100 de glycose par la décomposition de l'empois, *sans ferment*, en présence de l'air ou sans le contact de ce fluide.

Procédé de saccharification par la diastase. — Il faut faire observer, au préalable, que si l'emploi de la diastase n'altère pas les résidus comme celui de l'acide sulfurique, et s'il permet de les utiliser pour le bétail, il produit cependant la saccharification d'une manière moins complète, et qu'il se forme beaucoup de dextrine. La raison en est qu'un certain maximum de sucre s'oppose à l'action de la diastase, et qu'elle ne peut plus produire, dans ce cas, que la dissolution, la liquéfaction de la fécule, en la changeant en *gommeline ;* la transformation ne va pas plus loin, mais on n'a pas encore bien constaté quelle est la proportion de matière sucrée qui arrête la saccharification.



(Fig. 82.)

Dans une cuve B en bois (fig. 82) repose une chaudière A en métal. B contient de l'eau que l'on peut échauffer à volonté à l'aide de la prise de vapeur *b;* la chaudière A reçoit également un tuyau de vapeur *a*. Un robinet *c* permet de vider le contenu de A.

On introduit en A de l'eau jusqu'aux deux tiers du volume, et l'on élève la température à + 70° par de la vapeur intro-

duite en B par le robinet *b*. On verse alors, peu à peu et à mesure qu'elle se convertit en empois, de la fécule délayée dans son poids d'eau, puis on ajoute la solution de diastase ou l'orge germée, en agitant soigneusement.

L'opération est terminée lorsqu'une goutte de la liqueur refroidie ne change plus de couleur par la teinture d'iode ; mais il faut faire la plus grande attention à ne pas élever la température au-dessus de + 75° *au maximum*, afin de ne pas détruire l'action de la diastase. On filtre le sirop obtenu, on le concentre comme dans le procédé à l'acide. Les autres opérations sont les mêmes.

L'appareil dont nous avons donné la figure est celui qui sert à préparer la *dextrine* ou fécule soluble. En industrie, on peut se servir d'un simple défécateur (fig. 62 et 65), pourvu qu'on n'élève pas la température au delà de + 75°. Quand on veut obtenir de la dextrine, il faut arrêter l'opération lorsque l'iode donne une teinte violacée (*rouge vineuse*). Pour cela on porte à l'ébullition en introduisant la vapeur par le robinet *a* ; on filtre ensuite et l'on évapore.

La fabrication du glycose, à ses divers états, et des moûts fermentescibles de fécule emploie la fécule de pommes de terre ou l'amidon des céréales pour matière première.

Il y a évidemment ici une faute grave, et, dans la situation actuelle des nations européennes, les gouvernements devraient apporter un remède énergique à cette position anormale. Les récoltes en céréales et en pommes de terre sont insuffisantes pour l'alimentation humaine ; cette raison seule devrait suffire pour provoquer une prohibition sévère sur l'emploi industriel de ces matières.

A défaut de cette mesure, rationnelle de tout point, mais dont la sévérité serait peut-être mal appréciée, il conviendrait de rechercher quelles sont les plantes ou parties de plantes *non alimentaires* qui renferment assez de fécule pour que l'extraction en puisse être faite économiquement. Ces plantes devraient être d'une culture facile et d'un rendement suffisant ; elles devraient être peu exigeantes sur le choix du terrain, peu attaquables par les insectes, etc.

Les céréales et la pomme de terre pourraient, en peu d'années, être entièrement conservées pour leur destination normale, et il y aurait là, suivant nous, un service immense

rendu aux populations. Nous avions consacré nous-même plusieurs années à l'étude des plantes féculentes, dans le but que nous venons de signaler, et nous avions obtenu des résultats intéressants ; mais, malheureusement pour la réussite de notre idée, nous étions resté complétement étranger à l'influence de certaines coteries toutes-puissantes en ces matières, et les essais à faire n'eurent pas lieu ou furent pratiqués dans un sens radicalement opposé à nos vues. Ils ne pouvaient aboutir à rien de sérieux, tant qu'ils n'étaient pas dirigés sur des principes certains et appuyés sur la connaissance pratique des végétaux à expérimenter.

La plante à laquelle nos recherches nous avaient conduit à donner la préférence était la *fritillaire*[1], dont les bulbes renferment de 18 à 24 pour 100 de fécule magnifique, très-semblable à celle de la pomme de terre et susceptible de tous les usages de cette dernière. La plante est très-rustique, supporte très-bien l'hiver en terre dans nos climats et se plaît admirablement dans les sols médiocres et les terres sablonneuses.

Elle n'arrive à sa croissance qu'en trois ou quatre ans ; mais comme son produit est près de cinq fois plus considérable que celui de la pomme de terre, la question de temps ne serait pas à considérer autrement que comme accessoire. Il est possible, d'ailleurs, de combiner sa culture de manière à obtenir *tous les ans* un produit supérieur à celui de la pomme de terre sur une surface donnée. Il faudrait, pour cela, planter, en automne, les bulbes-semences de deux ans et de première année, mélangés en égale proportion. A l'automne suivant, la récolte serait triée, de manière à n'envoyer à l'usine que les bulbes d'un volume suffisant, environ le tiers de la masse, et le reste serait aussitôt replanté à 15 centimètres de distance en tout sens.

Le produit du triage, représentant le tiers de la récolte, fournit un chiffre de fécule plus considérable que celui qu'on obtiendrait de la pomme de terre cultivée dans le même espace. L'extraction de la fécule de fritillaire est très-facile, la division des bulbes s'opérant très-aisément par la râpe ; mais il importe de la laver avec le plus grand soin, pour la débarrasser de l'odeur propre désagréable de la plante.

[1] *Fritillaria imperialis.* (Liliacées.)

Nous livrons ces faits au lecteur, dans la pensée que l'expérimentation individuelle de quelques personnes zélées pour le progrès viendra corroborer la nôtre, et, peut-être, amènera la culture de quelques plantes féculentes nouvelles, susceptibles de rendre de bons services à l'industrie des fécules et des glycoses, tout en faisant progresser la question alimentaire.

Les *arum*, les fruits du *marronnier d'Inde*, les bulbes de *colchique*, un grand nombre de racines indigènes à notre sol, ou acclimatées depuis de longues années, renferment des proportions très-variables de fécule; mais aucune ne nous a donné des résultats comparables à ceux que nous venons d'indiquer. Ce n'est pas une raison cependant pour que des recherches plus attentives ne présentent pas de chances de succès, et nous croyons fermement qu'il reste énormément à faire dans cette voie. Nous avons pu nous convaincre, par des expériences nombreuses, répétées plusieurs fois, que l'on peut obtenir de bons produits fermentescibles en traitant directement un grand nombre de plantes par l'acidulation. Cette idée mérite assurément d'être étudiée à fond, surtout par les fabricants de glycose, dont le but principal est l'alcoolisation.

Nous bornons à ces notions ce que nous avions à dire sur le sucre de fécule, chacun pouvant aisément appliquer les principes exposés, selon les exigences de sa situation particulière, les conditions de local, de ressources et d'instrumentation.

CHAPITRE IX.

TRAITEMENT DES MÉLASSES.

Lorsque le fabricant a obtenu d'une première cuite du moût ou du vesou une certaine quantité de cristaux plus ou moins épurés par la purge, le clairçage ou le turbinage, son produit se compose de ces cristaux et d'une certaine quantité de *mélasse* ou *sirop d'égout* plus ou moins coloré en brun par l'action de la chaleur, l'influence des alcalis et des sels, etc.

Cette mélasse est SATURÉE de sucre cristallisable, et, si on la soumet à une nouvelle cuisson, on en extrait une nouvelle proportion de cristaux, plus d'autre mélasse plus brune encore et plus impure. Cette seconde mélasse, recuite à son tour, donne encore des cristaux et de la mélasse, que l'on regarde alors comme à peu près épuisée, en ce sens que, par les procédés ordinaires, les frais d'extraction devenant trop élevés pour la quantité et surtout relativement à la qualité du produit cristallisé à extraire, on préfère la distiller ou la vendre aux distillateurs.

Un simple calcul démontrera combien cette marche est peu industrielle.

Supposons un établissement agissant sur la betterave et traitant annuellement 5 millions de kilogrammes de cette racine ; on obtient en fabrication moyenne :

1° Sucre brut au *type*.....	300,000 kil.		
2° Mélasse................	60,000	ci.	60,000 kil.
Produit.	360,000 kil.		

D'autre part, au raffinage, le sucre brut rend au moins :

1° Sucre raffiné............	240,000 kil.			
2° Vergeoises.............	33,000			
3° Mélasse................			ci.	27,000
Produits *définitifs* : Sucre.	273,000 kil.		Mélasse,	87,000 kil.

formant ensemble 360,000 kilogrammes.

Si la betterave renferme 10 pour 100 de sucre cristallisable, on aurait dû retirer 500,000 kilogrammes de sucre réel, ou tout au moins 400,000 kilogrammes, en supposant que la cuisson seule produise 20 pour 100 de mélasse, ce qui nous paraît exagéré.

On aurait :

Sucre réel....	400,000 kil.	ensemble, 500,000 kil.
Mélasse	100,000 kil.	

Par une cause ou par l'autre, on perd donc 140,000 kilogrammes de produit, mélasse et sucre, soit 28 pour 100 de la quantité réelle. En outre, les 87,000 kilogrammes de mélasse obtenus, tant en fabrication qu'en raffinage, dans la pratique ordinaire, représentent une autre *perte sèche* incontestable.

Commercialement, cette mélasse, à raison de 25 francs les 100 kilogrammes, est vendue 21,750 francs, ci. . 21,750 fr.

Elle est presque saturée de sucre et en contient 63 pour 100 environ de son poids, soit 50 pour 100 seulement qu'il est possible d'en extraire sans grande difficulté. C'est donc un chiffre de 43,500 kilogrammes de sucre perdu, ou plutôt vendu 25 centimes, lorsqu'il vaudrait 1 fr. 20 c. *au moins*, ci 52,200 fr.

Les 43,500 kilogrammes de mélasse *épuisée* restant, contiennent encore 13 pour 100 de sucre, soit 5,655 kilogrammes. Ils renferment de plus une quantité égale de sucre incristallisable, plus des sels qui ont une certaine valeur. Ce n'est pas exagérer de la coter à 25 centimes, comme auparavant, et nous le démontrerons tout à l'heure. Ce chiffre de 43,500 kilogrammes de mélasse épuisée, à 25 centimes le kilogramme, donne. . . . 10,875

Total.	63,075 fr.
Au lieu de.	21,750
Différence en perte brute..	41,325 fr.

Si nous réunissons les éléments qui précèdent, nous trouverons les résultats suivants pour les recettes brutes sur les produits sucre et mélasse.

1° Produit brut du sucre et de la mélasse, par les procédés habituels, en fabrication.

1° 300,000 kil. sucre brut à 1 fr. 20 c. le kil.	360,000 fr.
2° 60,000 kil. mélasse à 25 centimes le kil...	15,000
Total brut.....	375,000 fr.

2° Produit brut du sucre et de la mélasse, en fabrication, par l'épuisement des mélasses.

1° 330,000 kil. sucre brut à 1 fr. 20 c. le kil.	396,000 fr.
2° 30,000 kil. mélasse, à 25 centimes le kil.	7,500
Total brut...............	403,500
Résultat précédent.......	375,000
Différence en bénéfice...	28,500 fr.

Nous disons ici *différence en bénéfice*, parce que l'épuisement rationnel des mélasses ne peut guère augmenter les frais généraux de l'exploitation.

3° Produit brut du sucre et de la mélasse, par les procédés habituels, en raffinage.

1° Sucre raffiné, 240,000 kil. à 1 fr. 60 c. le kil.....	384,000 fr.
2° Vergeoises, 33,000 kil. à 1 fr. le kil...........	33,000
3° Mélasse, 27,000 kil. à 25 centimes le kil.....	6,750
Total brut.........	423,750 fr.

4° Produit brut du sucre et de la mélasse, en raffinage, par l'épuisement des mélasses.

1° Sucre raffiné, 251,868 kil. à 1 fr. 60 c. le kil......	402,988 fr. 80 c.
2° Vergeoises, 34,632 kil. à 1 fr. le kil...........	34,632
3° Mélasse, 13,500 kil. à 25 centimes le kil....	3,375
Total brut.............	440,995 fr. 80 c.
Résultat précédent......	423,750
Différence en bénéfice...	17,245 fr. 80 c.

Ainsi, même dans un état de choses anormal, et tout en scindant les deux branches de l'industrie sucrière, qui doivent être réunies librement, au nom de la justice, de la raison et de l'intérêt même, on trouve, en faveur de l'épuisement des mélasses, une énorme différence de 45,745 fr. 80 c., composée comme il suit :

Fabrication brute.	28,500 fr. 00 c.	ensemble, 45,745 fr. 80 c.
Raffinage	17,245 fr. 80 c.	

Et encore ne parlons-nous que d'un épuisement rationnel, par des procédés simples et peu coûteux, enlevant seulement les 5/6 du sucre cristallisable renfermé dans les mélasses. Quel est le fabricant assez peu soucieux de son intérêt pour ne pas désirer retirer le plus possible d'une matière qu'il vend à perte, et pour laquelle il paye au fisc des droits aussi élevés que pour le sucre pur? Il ne faut pas s'y tromper, en effet, le droit est aussi bien perçu sur la mélasse et les sels qu'elle renferme que sur une dissolution de sucre pur, puisque l'assiette de la perception repose sur la densité. Ce raisonnement s'applique surtout à la France et aux pays où la production n'est pas libre.

Les procédés à suivre pour épuiser les mélasses d'une manière complète ont commencé, il y a quelques années, à être l'objet d'études suivies; mais ces travaux de recherche ne paraissent pas avoir encore produit des résultats bien constatés. Une seule méthode a été mise en pratique, celle qui repose sur l'emploi de la baryte, et nous la décrirons dans un instant.

Dans la fabrication ordinaire, on n'épuise pas les mélasses; on se borne à en retirer, par des concentrations et des cristallisations successives, le plus de cristaux que l'on peut, et l'on regarde la matière *comme épuisée*, lorsqu'elle cesse de cristalliser. Il arrive, en effet, un point où la dissolution de sucre prismatique dans le sucre incristallisable et l'eau de la mélasse ne peut plus donner de cristaux, et les cuites répétées ne feraient plus qu'augmenter la proportion du glycose qui agit comme dissolvant, et diminuer celle du sucre cristallisable.

On sent que le dépôt des cristaux devient de plus en plus difficile, puisque, dans ce cas, il arrive justement le contraire de ce qui devrait se passer si l'on n'avait affaire qu'à une eau mère saline, à une dissolution aqueuse saturée d'un corps quelconque. Une dissolution aqueuse d'un sel contient, lorsqu'elle est saturée à froid :

1° *Autant de sel que l'eau peut en dissoudre ;*

2° *Aussi peu d'eau que possible.*

Si l'on applique le calorique à cette dissolution, l'influence de la température suffira le plus souvent à changer ces rapports : la liqueur ne sera plus *saturée*, et pour arriver à son

point de saturation à chaud, elle devra perdre, par l'évaporation, une certaine quantité plus ou moins grande d'eau dissolvante. Si nous abandonnons le liquide au refroidissement, les cristaux se déposeront à mesure que la température s'abaissera, et, à froid, nous pourrons les isoler de l'eau mère...

Or, cette eau mère, qui nous restera après avoir recueilli de nouveaux cristaux, aura précisément la même composition proportionnelle qu'auparavant; elle sera encore une dissolution aqueuse *saturée*, que nous pourrons encore soumettre à une nouvelle évaporation et à une autre cristallisation. Nous pourrons épuiser entièrement la liqueur et l'évaporer complétement. Nous aurons recueilli la totalité du sel en nous débarrassant de la totalité de l'eau dissolvante.

Il n'en est pas de même des dissolutions aqueuses de sucre, dans aucun cas; à plus forte raison n'en est-il pas ainsi, lorsque ces dissolutions contiennent des éléments susceptibles de réagir sur le sucre.

Supposons une dissolution concentrée de sucre pur, saturée à froid... Nous pourrons la représenter par un poids P de sucre et un poids X d'eau. Si nous soumettons cette dissolution à l'évaporation, nous pourrons retirer une certaine fraction $\frac{P}{x}$ de sucre cristallisé, par suite de l'élimination d'une certaine quantité $\frac{X}{z}$ d'eau. Mais il se sera formé une proportion G de glycose ou de sucre liquide qui augmentera la complexité de l'eau mère.

Notre sirop d'égout ne sera plus représenté par la formule simple $P + X =$ sucre et eau...

Il équivaudra à $P - \left(\frac{P}{x}\right) + X - \left(\frac{X}{z}\right) + G.$

Or, ce glycose de nouvelle formation se sature très-bien de sucre cristallisable, et comme il n'est pas éliminé par l'évaporation; comme, au contraire, la chaleur a pour résultat d'en augmenter la proportion, nous aurons beau éliminer toute l'eau dissolvante, il restera toujours une proportion de plus en plus considérable de sucre liquide, qui dissoudra une quantité proportionnelle de sucre de plus en plus grande. Il arrivera un moment, après plusieurs évaporations, où le nouveau produit sera en quantité assez grande pour retenir en dissolution

tout le sucre prismatique restant dans le sirop, dont la formule sera devenue $P - \left(\frac{P}{x}\right) + G$.

Ces sirops ne peuvent plus cristalliser par la cuite ou l'évaporation ; en effet, ils ne peuvent plus cuire, on ne peut plus les évaporer, et ils n'ont plus à perdre la moindre partie de l'élément dissolvant, puisque le sucre liquide n'est pas volatil comme l'eau.

S'il en est ainsi d'une dissolution de sucre pur, sous la seule influence du calorique, que sera-ce d'une dissolution impure, renfermant des sels, des matières étrangères, etc., dont l'action altérante sur le sucre n'est pas contestable ? Evidemment, il arrivera que l'on atteindra d'autant plus vite la proportion de sucre liquide suffisante à empêcher la cristallisation, que le sirop sera moins pur et plus chargé de principes altérants ; c'est là le cas habituel des *sirops verts* de la fabrication.

Voici, en effet, ce qui existe, en général, dans ces sirops, en prenant pour exemple ceux de betterave.

Composition des sirops verts de betterave. — Ces sirops renferment de l'*eau*, du *sucre prismatique*, du *sucre liquide* dû à la première concentration et à la cuite, ainsi qu'à d'autres causes altérantes, et notamment à la fermentation ; des *sucrates de chaux* de composition diverse, des *sels alcalins* dont plusieurs *déliquescents*, et diverses matières organiques altérées.

Si nous faisons évaporer ces sirops et si nous leur soustrayons la moitié de l'eau, nous pourrons recueillir une partie du sucre prismatique, mais une autre portion aura été transformée en sucre liquide par la chaleur et par la réaction des divers principes que nous venons d'énumérer. Une certaine quantité de ce même sucre prismatique restera en dissolution dans le sucre liquide, dans les sucrates et dans les sels déliquescents. On comprend qu'une nouvelle cuite donnera moins de cristaux encore et augmentera les causes qui s'opposent à une cristallisation subséquente.

Ces principes posés, voyons ce qui se passe en fabrication.

Il est convenable d'essayer les sirops que l'on veut soumettre à de nouvelles opérations ; nous avons déjà indiqué les procédés de saccharimétrie chimique et optique et nous engageons le lecteur à les consulter à cet égard. Il nous paraît cependant utile d'indiquer le moyen dont on se sert pour déter-

miner *approximativement* la quantité de sucre contenue dans un sirop :

Le degré du sirop étant donné, on le multiplie par 2; du produit on retranche le dixième, ou le douzième, s'il s'agit de sirop de sucre pur; le reste indique les centièmes de sucre renfermés dans la liqueur.

Soit un sirop à 22° :

$$22 \times 2 = 44, \text{ et } 44 - \frac{44}{10} = 44 - 4{,}4 = 39.6...$$

D'où l'on conclut que le sirop donné contient 39, 6 pour 100 en sucre cristallisable. On ne peut pas plus compter sur cette règle empirique que sur l'emploi des aréomètres, et l'inexactitude est d'autant plus grande que l'on a affaire à des sirops plus impurs. Il vaudrait mieux commettre une erreur en moins que dans le sens contraire, aussi préférons-nous le procédé Bareswil comme plus pratique et plus sûr, et nous en donnons un nouvel exemple, quoique nous nous soyons assez étendu à ce sujet (liv. I, ch. III).

On introduit dans une capsule 50 centimètres cubes de liqueur étendue d'un certain volume d'eau et représentant 10 centimètres cubes du sirop à essayer. On fait chauffer à l'ébullition, et l'on ajoute de la liqueur *titrée* de Bareswil ou de Fehling, jusqu'à décoloration exacte. Le chiffre que l'on obtient conduit à la proportion de sucre liquide pour 10 centimètres cubes du sirop.

Un second échantillon de 50 centimètres cubes du sirop étendu est porté à l'ébullition pendant deux minutes avec un peu d'acide chlorhydrique (2 centimètres cubes). On essaye alors avec la liqueur d'épreuve, et l'on trouve un nouveau chiffre qui se compose du premier et de la valeur du sucre cristallisable transformé en glycose. Si nous avons trouvé d'abord 2,5, puis 6,8, nous retranchons 2,5 de 6,8 et le reste $6{,}8 - 2{,}5 = 4{,}3$ nous indique la valeur du sucre cristallisable renfermé dans la liqueur et transformé en glycose. La table de relation (p. 114) nous permet d'établir la proportion :

$$\underset{\text{Glycose.}}{1} : \underset{\text{Sucre prismatique.}}{0{,}863636} :: 4.3 : x = 3{,}7136.$$

Nous concluons de cette opération, qui exige à peine dix

minutes, que 10 centimètres cubes du sirop renferment $2^{gr},5$ de sucre liquide et 3 ,71 de sucre prismatique, c'est-à-dire 25 pour 100 du premier et 37.136 pour 100 du second [1].

Les *sirops d'égout* qui sortent des formes par égouttage se nomment *sirops verts;* on peut avoir des *sirops verts* de premiers, de seconds et de troisièmes produits. *Quelques fabricants*, ne poussant pas les cuites, font même des quatrièmes et des cinquièmes produits.

Les *sirops de clairçage*, provenant du lessivage ou de la clairce des cristaux, sont des *sirops couverts*.

On a donc ordinairement :

1° Premiers produits, donnant :	1° du *sirop d'égout, sirop vert* de premier produit; 2° du *sirop de clairçage, sirop couvert* de premier produit.
2° Seconds produits, donnant :	1° du *sirop d'égout, sirop vert* de second produit; 2° du *sirop de clairçage, sirop couvert* de second produit.
3° Troisièmes produits, donnant :	du *sirop d'égout* ou *de turbinage, sirop vert* des troisièmes produits.

Le sirop vert des troisièmes produits est la *mélasse* proprement dite, que l'on cherche encore à épuiser dans plusieurs établissements; mais la plupart des fabricants préfèrent alors la livrer à la raffinerie, lorsqu'ils ne peuvent pas la traiter par la baryte, selon le procédé exposé plus loin. Ces *bas produits* sont mis en citerne, et après plusieurs mois de repos, ils déposent une certaine quantité de cristaux que l'on recueille lorsqu'on vide les réservoirs.

Les *premiers produits* sont formés par le sucre obtenu directement du jus de la plante saccharifère, déféqué, clarifié, condensé, et soumis à la cuite et à la cristallisation.

Les *seconds produits* résultent de la nouvelle cuite que l'on fait subir à un sirop composé le plus souvent du mélange suivant :

Sirops verts des premiers produits et sirops couverts des premiers et des seconds produits.

[1] Il est évident que l'on a dû décolorer la liqueur par un peu de sous-acétate de plomb, en suivant les précautions que nous avons indiquées lorsque nous avons décrit le procédé de M. Bareswil.

Les *troisièmes produits* résultent de la nouvelle cuite à laquelle on soumet les sirops verts des seconds produits.

Nous n'avons pas à revenir sur les détails relatifs à la cuite, qui sont absolument les mêmes pour les seconds et les troisièmes produits que pour les premiers. Cette opération se fait cependant moins bien, et il arrive souvent que *les sirops ne cuisent plus*... C'est un indice certain de l'une des causes suivantes :

1° Le sucre cristallisable n'existe plus dans le sirop en proportion suffisante par rapport au glycose, au sucre liquide et aux matières étrangères ;

2° Il se trouve dans le sirop un excès d'alcali.

Il est remarquable que la cuite des produits devient quelquefois très-difficile à opérer, lorsqu'ils ne sont pas assez *alcalins* ; cela dépend probablement de diverses circonstances relatives au sol où ont crû les matières premières ; mais, en tout cas, on peut dire que c'est l'expérience manufacturière seule qui peut servir de guide dans la plupart de ces cas exceptionnels, de ces anomalies qui déroutent les combinaisons les mieux étudiées.

Il reste beaucoup à faire à ce sujet, et nous avons la certitude que l'étude approfondie des sucrates l'éclairerait d'une vive lumière.

On ne pourrait plus obtenir dans les formes une *bonne* cristallisation des seconds et *surtout* des troisièmes produits, à cause de la présence d'un excès de sucre liquide. Le produit cristallin, au lieu de se prendre en masse presque solide, comme cela a lieu pour les premiers sucres, reste empâté dans la mélasse, et la purge en serait très-difficile, parce que le sirop vert entraînerait avec lui beaucoup de cristaux. On fait donc arriver les cuites dans des bacs en tôle étamée, dont les dimensions varient selon le local dont on dispose. Il est bon cependant de ne pas dépasser la capacité de 12 à 16 hectolitres, afin de pouvoir remplir plus promptement les bacs avec le produit des cuites et les laisser au repos.

La cristallisation s'y fait plus ou moins promptement, selon la valeur des sirops, leur degré de cuite, la température de la pièce où sont établis les bacs. Le grain est parfois aussi beau dans les seconds produits que celui des cristallisations en formes; mais cela est très-rare pour les troisièmes, dont la

cristallisation est beaucoup plus fine et moins régulière.

Lorsqu'elle est terminée, le produit est puisé dans les bacs; on le divise en le faisant passer entre deux cylindres armés de dents et disposés au-dessous d'une trémie. L'égouttage se fait le plus souvent à la turbine, dont le grand avantage est de procurer rapidement du sucre brut susceptible d'être emmagasiné. L'égout des seconds produits et leur sirop de clairçage sont quelquefois mêlés dans le cas où l'on se sert de la turbine, et ils servent à préparer les troisièmes produits. L'égout de ceux-ci est dirigé vers la citerne aux mélasses, ou vers une citerne de dépôt, lorsqu'on veut faire une quatrième cuite.

Il y a des fabricants chez lesquels les seconds produits, dont la cuite s'est faite régulièrement, sont mis en formes comme les premiers. La purge se fait aisément, mais elle fournit plus de sirop vert.

Voici quel était le mode employé par Chaptal pour le traitement des *mélasses* et des *sirops du lessivage :*

« Je mêle, dit le célèbre observateur, les mélasses que fournissent les sucres bruts ou de première cuite avec les sirops que j'ai fait filtrer sur les pains [1], et j'en opère la cuite. Les mélasses marquent 33° à 34°, les sirops 31° à 32°, et leur mélange 32° à 33°.

« Je verse 120 à 130 litres de ce mélange dans la chaudière, et lorsque la chaleur approche de l'ébullition, j'ajoute environ une livre de charbon animal, que je mêle avec soin dans le bain.

« *Les cuites sont plus difficiles* que celles qui fournissent le sucre brut, mais avec des soins et de la patience on en tire un bon parti. Ces cuites rendent au moins *un sixième* de la quantité de sucre qu'on a extraite par la première opération. *Ce produit est assez important pour qu'on cuise les mélasses*, au lieu de les conserver pour la distillation, comme on le fait presque partout.

« Si les mélasses de la betterave étaient de la même qualité que celles de la canne, on pourrait les vendre avec avantage; mais elles ont un goût d'amertume qui les fait rejeter du commerce : *il faut donc les épuiser de leur sucre cristallisable* et les

[1] Sirops couverts... Ce mélange est encore pratiqué maintenant.

employer ensuite à la distillation. La différence des produits en alcool est presque nulle dans les deux cas.

« *Au lieu de déposer les cuites des mélasses dans des formes,* je les verse, jour par jour, dans des tonneaux défoncés par un bout, que je remplis peu à peu. Le sucre *cristallise à merveille dans ces vaisseaux* et les remplit à moitié.

« Lorsqu'on veut raffiner ces sucres, que j'appellerai *sucres de mélasses* [1] pour les distinguer des *sucres bruts de première cuite,* on enlève la mélasse qui surnage le dépôt des cristaux et l'on *donne issue* à celle qui les empâte, en la faisant couler par de très-petites ouvertures qu'on pratique avec une vrille au fond du tonneau sur tout le pourtour.

« Le sucre, dépouillé de toute la mélasse qui peut s'écouler, ne forme encore qu'une *pâte grasse*, qu'on aurait bien de la peine à raffiner; je mets cette pâte dans des sacs de grosse toile et les exprime fortement sous la presse : le sucre, ainsi purgé de mélasse, a une couleur noire, mais la qualité en est excellente, et le raffinage en est aussi facile que celui du meilleur sucre brut.

« Lorsque les cuites du sucre brut *tournent mal* et que la cristallisation dans les formes est imparfaite ; en un mot, toutes les fois que les sucres sont gras, sirupeux et ne se dépouillent qu'imparfaitement de leur mélasse, il ne faut pas s'obstiner à les raffiner en cet état ; on doit les soumettre à la presse pour en exprimer toute la mélasse : dès ce moment, ils ne présenteront plus de difficulté pour les opérations du raffinage. »

A l'outillage près, on ne fait rien de plus ni de mieux à l'époque actuelle, c'est-à-dire à près de cinquante ans de distance.

Nous décrirons maintenant le nouveau procédé de MM. Dubrunfaut et Leplay pour l'extraction du sucre des mélasses.

Procédé Dubrunfaut et Leplay. — Ce procédé est basé sur la propriété que possède le sucre prismatique de former un *sel* ou sucrate presque insoluble avec la baryte.

« MM. Dubrunfaut et Leplay ont observé, en 1843, que les mélasses brutes de betteraves ne contiennent *que du sucre cristallisable* : cette constatation, faite par une méthode saccharimétrique particulière aux auteurs, pouvait laisser quelque

[1] Seconds produits...

doute dans l'esprit ; en effet, ces messieurs, à l'exemple d'autres chimistes, dosaient le sucre par fermentation et par distillation, et pour opérer le départ du sucre cristallisable du sucre incristallisable, ils faisaient deux fermentations, l'une sur le corps sucré, l'autre sur le même corps qui avait subi à chaud une réaction calcique, laquelle détruit tous les sucres autres que le sucre cristallisable. Le nombre alcool donné par la seconde fermentation dosait *avec précision* le sucre cristallisable, et la différence des deux quantités d'alcool fournies par les deux fermentations donnait le sucre incristallisable. En procédant ainsi à l'analyse des diverses mélasses du commerce, ces messieurs conclurent que les mélasses brutes de betteraves contenaient *environ* 50 pour 100 de sucre qui était *exclusivement du sucre cristallisable ;* ils constatèrent, *en outre,* que les mélasses des raffineries de sucre de betteraves contenaient de 1/8 à 1/10 de leur poids de sucre incristallisable, et que les mélasses de raffinage de canne, sur 60 à 70 pour 100 de sucres divers qu'elles retenaient, offraient de 15 à 35 pour 100 de sucre incristallisable. Cette constatation n'était, pour ainsi dire, que l'énoncé d'un théorème qui attendait une démonstration plus directe : pour prouver ce fait jusqu'à l'évidence, *les auteurs imaginèrent d'utiliser la propriété découverte par M. Péligot dans le sucrate de baryte*, et un succès complet couronna leur tentative, puisqu'ils parvinrent à extraire le *sucre cristallisable pur,* d'une manière *presque* complète, des mélasses brutes, que la fabrication du sucre livrait, avant eux, à la distillerie. La baryte, en effet, n'enlève aux mélasses que du sucre cristallisable, *avec un peu de principe colorant*, et le sucrate, lavé, puis traité par l'acide carbonique, donne du carbonate de baryte et du *sucre à peu près pur.*

« Le sucrate de baryte est un sel monobasique, sensiblement soluble dans l'eau, et peu ou point soluble dans l'eau saturée d'hydrate de baryte ; de là, la nécessité d'employer dans l'application de ce procédé un *excès* de baryte.

« Le sucrate n'est pas plus soluble à chaud qu'à froid ; il se forme également dans ces deux circonstances, mais avec une rapidité variable. La formation du sucrate est instantanée à $+100^{0}$, tandis qu'à $+15^{0}$, elle peut exiger vingt à vingt-quatre heures pour être complète. Elle s'accomplit pendant des temps différents, entre ces deux limites de température.

« MM. Dubrunfaut et Leplay peuvent pratiquer leur procédé de diverses manières, mais ils donnent la préférence à la méthode suivante :

« Ils transforment le carbonate de baryte, soit naturel, soit artificiel, en baryte, en le calcinant avec du charbon dans un four à réverbère ordinaire; le produit brut de cette réaction est attaqué par l'eau à chaud et fournit ainsi une dissolution bouillante d'hydrate de baryte. Cette dissolution est ajoutée, dans cet état, *soit à la mélasse, soit au jus de canne ou de betterave,* en proportion suffisante pour fournir au sucre *un équivalent* de baryte, et, en outre, pour donner à l'eau mère une teneur en baryte telle qu'elle puisse saturer 15 à 16 grammes d'acide sulfurique monohydraté par litre. Cette dernière condition est utile à connaître pour perdre le moins de sucre possible dans les eaux mères. Le sucrate de baryte, ainsi formé, est mis à égoutter dans des baquets en bois faisant fonctions de filtres ; puis on le lave méthodiquement. Le sucrate lavé qui sort de ce travail est transporté dans de grandes cuves, où il est traité par un courant d'acide carbonique jusqu'à refus.

« Le sucrate ainsi traité offre un magma boueux qui contient le sucre libre en dissolution dans l'eau, et le carbonate de baryte en suspension; on dispose ce mélange dans des sacs que l'on met à égoutter ; ces sacs sont ensuite soumis à une pression énergique, et, pour achever de leur enlever le sucre qu'ils renferment, on les traite par l'eau dans un appareil de macération.

« Les eaux sucrées qui sortent de ce travail peuvent retenir un peu de baryte carbonatée en dissolution ; on les clarifie, puis on les fait passer sur un filtre à charbon en grains, contenant une couche épaisse de sable en poudre grossière. Ce filtre achève d'épurer le sirop, qui n'offre plus la moindre trace de baryte. Il est concentré et mis à cristalliser par les méthodes ordinaires.

« Les eaux mères saturées de baryte sont soumises à un traitement carbonique, pour leur enlever, à l'état de carbonate, la baryte qu'elles contiennent. Les eaux mères, ainsi *débarytées*, peuvent, surtout quand elles viennent des mélasses, être soumises à la calcination, pour fournir les sels de potasse et de soude qu'elles contiennent.

« Le carbonate de baryte produit par ce travail est calciné

de nouveau, et il sert ainsi de pivot aux opérations, en ne provoquant d'autre dépense que celle de la calcination et le remplacement des pertes inévitables. » (Orfila, 1851.)

M. Orfila fait suivre ce résumé des réflexions suivantes :

« Ce procédé, ainsi qu'on le comprend, est tel, qu'il est de toute impossibilité qu'il reste, même dans les sirops eaux mères de la cristallisation, un sel de baryte, l'élimination définitive de cette base étant effectuée à l'état de sulfate, qui est doué d'une insolubilité presque absolue. Je me suis assuré, en versant du sulfate de soude dans de l'eau sucrée *préparée avec du sucre du commerce*, que ce sucre ne retenait pas la plus légère trace de baryte ; j'ai encore obtenu un résultat négatif, en cherchant la baryte dans les cendres fournies par le sucre décomposé à une haute température.

« Le sucrate de baryte a une saveur amère détestable ; sa présence dans le sucre serait donc facilement révélée par cette saveur. D'une autre part, si l'on considère que ce sel ne pourrait exister dans des sirops sans se révéler par sa saveur et par le trouble qu'il y produirait pendant la concentration, on comprendra qu'il est impossible qu'une négligence d'ouvrier ne se révèle pas forcément aux yeux de tout le monde, alors même que les sirops ne seraient pas soumis à un contrôle de réactifs plus précis. »

Observations. — Disons, au préalable, que nous estimons fort ce procédé, lorsqu'il est bien conduit et que les observations suivantes ne l'atteignent pas en principe.

1° Il n'est pas exact que les *mélasses brutes* de betterave *ne contiennent que du sucre cristallisable ;* il y a là une erreur évidente, dont la discussion est inutile aujourd'hui.

2° Le mode d'analyse différentielle par une première fermentation sur la matière brute suivie d'une seconde fermentation sur la matière traitée à chaud par l'hydrate d'oxyde de calcium n'est pas satisfaisant, et l'on ne peut rien en conclure... Les sucrates de chaux ont été trop peu étudiés pour que l'on puisse en tirer des conséquences aussi absolues que le font MM. Dubrunfaut et Leplay.

3° S'il y a du sucre liquide dans les *mélasses de raffinerie,* il doit en exister, *à fortiori,* dans les *mélasses brutes...*

4° Le procédé des auteurs est un emprunt fait à M. Péligot, et il ne leur en appartient que l'application à la pratique, avec

le *modus faciendi*. Encore doit-on ajouter que la baryte n'enlève pas *tout*, mais *presque tout* le sucre cristallisable.

5° Quoi qu'il en soit relativement aux précédentes observations, la découverte de M. Péligot quant aux diverses propriétés du sucrate de baryte et l'application qu'en ont faite MM. Dubrunfaut et Leplay constituent un véritable progrès en sucrerie ; nous nous faisons un devoir de le reconnaître, malgré les critiques plus ou moins passionnées auxquelles ce procédé a donné lieu et les échecs qu'il a éprouvés, par la faute des circonstances et des hommes, plutôt que par sa non-valeur.

Le procédé de MM. Dubrunfaut et Leplay a été modifié par ses auteurs depuis ce temps, et ils ont employé une marche plus rationnelle. Voici les termes dans lesquels la méthode modifiée est décrite par M. Payen :

« Ce procédé consiste à précipiter le sucre à l'aide d'une dissolution de sulfure de baryum. Le *sucrate de baryte presque insoluble* est recueilli sur un filtre, lavé, pressé, puis décomposé par un courant d'*acide sulfureux*, qui met le sucre en liberté, de sorte qu'il suffit de faire évaporer la solution filtrée pour obtenir un sirop de sucre *presque* pur, qu'on fait cristalliser et raffiner par les procédés ordinaires ; une petite quantité d'acide carbonique et une filtration à chaud sur le noir suffiraient pour éliminer les traces de composé barytique qui pourraient rester dans les sirops.

« Quant au précipité de sulfite de baryte produit par l'acide sulfureux et séparé du sucre, ce composé, épuisé complétement, par des lavages méthodiques, du sucre dissous qu'il retient interposé, doit être desséché ; il peut dès lors servir à la préparation du monosulfure de baryum. »

Le procédé de MM. Dubrunfaut et Leplay est très-rationnel en théorie et très-applicable en pratique... Cependant, après une série d'expériences dont la plupart furent couronnées de succès, et bien que des usines spéciales aient fonctionné pour le traitement des mélasses par cette méthode, elle est presque abandonnée aujourd'hui, malgré les avantages réels qui en découlent.

Il serait cependant d'un immense intérêt d'épuiser complétement les mélasses de sucrerie et de raffinerie de tout le sucre cristallisable qu'elles peuvent renfermer, et l'on ne saurait trop encourager les tentatives et les recherches dirigées vers ce but éminemment manufacturier.

CHAPITRE X.

DES MODIFICATIONS A APPORTER A LA FABRICATION DES SUCRES BRUTS.

Nous avouons franchement, en commençant ce chapitre, le plus difficile et le plus important de cette première partie de notre travail, que nous nous sommes rarement trouvé dans un aussi grand embarras pour exprimer notre pensée, et surtout pour arriver à la rendre bien compréhensible à tous ceux qu'elle intéresse. Ce n'est pas cependant que nous soyons à court d'expressions pour communiquer notre manière de voir; non certes; mais nous avons la presque certitude d'entreprendre ici une tâche inutile, ou qui, du moins, ne portera ses fruits que dans de longues années.

Il nous faut, à la fois, faire la critique sévère et impartiale des instruments, des méthodes, des fabricants eux-mêmes, et des règlements relatifs à la sucrerie... C'est beaucoup pour nous, qui n'avons jamais attaqué en face que des opinions erronées, des affirmations hasardées, ou des méthodes illusoires, au point de vue scientifique seulement.

Mais il s'agit ici de pratique ; il est question d'une industrie liée à presque tous les intérêts sociaux, aussi bien en France qu'à l'étranger, et, malgré notre répugnance, nous sentons que nous nous devons à l'accomplissement d'une obligation sérieuse. Que le lecteur ne voie donc dans nos paroles que le résultat de longues et sérieuses méditations, et qu'il considère avant tout la recherche de la vérité, plutôt que les crudités de la forme. Nous n'avons dans l'esprit que la pensée d'aider au progrès et au bien public dans la limite de nos forces, et la conscience de notre but nous rendra fort contre les abus dont nous allons parler.

Les obstacles aux vrais progrès de l'industrie sucrière, aussi bien de la sucrerie exotique que de la sucrerie indigène, reposent dans :

1° La mauvaise instrumentation, l'insuffisance des mé-

thodes et les tendances regrettables de certains industriels ;

2° Et dans les mesures inopportunes, vexatoires ou inintelligentes prises par les gouvernements et les administrations au sujet de la sucrerie.

Nous allons passer en revue ces deux principaux chefs.

MODIFICATIONS A APPORTER A L'INSTRUMENTATION ET AUX MÉTHODES DANS LES SUCRERIES. — OBSERVATIONS.

Si le lecteur a prêté quelque attention aux observations que nous avons déjà faites sur les diverses machines employées dans la sucrerie, il lui sera facile de comprendre qu'elles laissent presque toutes quelque chose à désirer et que, d'ailleurs, l'ensemble en est toujours défectueux.

Les appareils employés pour la division des matières saccharifères sont les *cylindres lamineurs* disposés plus ou moins rationnellement, la *râpe*, la *meule verticale* et les *pilons*. Nous avons déjà fait, au sujet de ces machines, les remarques impartiales que nous avons crues dictées par l'amour du progrès et de la vérité, et nous n'avons pas à nous étendre beaucoup ici sur les inconvénients qu'elles présentent.

Disons cependant d'une manière générale qu'elles ont toutes l'immense défaut de ne pas déchirer toutes les cellules renfermant la matière sucrée, et qu'il en résulte l'impossibilité d'une bonne extraction, ou une perte considérable qui se traduit souvent par des *manquants*, et toujours par une diminution de bénéfice. Les cylindres lamineurs sont les plus mauvais de tous ces appareils et ils laissent dans la bagasse près de la moitié du sucre que renferme la canne. Le préjugé qui les conserve n'a aucune raison d'être, et celle qu'on a apportée disparaît devant l'examen des faits. Le manque de combustible n'est jamais tel qu'il faille y suppléer en brûlant du sucre, et ce motif n'empêcherait pas une extraction plus complète.

On a voulu, dans la fabrication du sucre de canne, réunir la division de la matière et l'extraction de son jus sucré dans une seule opération, ce qui serait assurément économique, si le problème était réalisé. Mais il s'en faut bien que le but soit atteint.

En effet, le sirop se trouve dans la canne à un haut degré de concentration, et l'eau des cellules *séveuses* part nécessairement la première, en ne se chargeant que d'une portion du sucre, en sorte que, proportion gardée, la bagasse contient moins d'eau et plus de sucre que la canne elle-même. Il y aurait un grand intérêt à traiter la canne par une méthode toute différente, et la lévigation ou mieux la macération serait, de tous les moyens possibles, le plus économique et le plus rationnel. Que l'on divise la canne en tronçons minces à l'aide du hache-paille, et que l'on soumette ces tronçons à l'action de l'eau imprégnée d'acide sulfureux, ou tenant en dissolution 0,02 à 0,04 de sulfite de chaux, on pourra *épuiser* les cannes par macération, sans redouter les accidents de la fermentation. Il vaudrait encore mieux employer de l'eau chargée d'une matière tannante, que l'on verserait bouillante sur les tronçons de canne, ou que l'on porterait rapidement à + 100° par l'injection d'un courant de vapeur. L'action de la chaleur aurait pour résultat de détruire plusieurs ferments et de rendre les cellules saccharifères plus attaquables par l'eau. On pourrait d'ailleurs disposer les cuves à macération de manière que l'opération fût continue, et l'eau chargée de sucre se saturant de plus en plus en passant sur de la matière neuve, la concentration deviendrait plus facile et plus économique.

Cette méthode est applicable partout où le combustible ne fait pas défaut, et nous sommes persuadé qu'elle pourrait rendre de grands services.

Chacun sait que la râpe ne divise les cellules que très-imparfaitement, et c'est à cette cause que l'on doit attribuer en grande partie la faiblesse du rendement de la betterave. On aura beau employer les presses les plus puissantes pour extraire le jus de cette plante, il est impossible de parvenir à ce résultat par la râpation suivie de la pression seule. Que l'on prête, en effet, quelque attention au calcul suivant établi sur 5,000 kilogrammes de racines, et l'on pourra apprécier le fond que l'on doit faire sur certaines affirmations.

5,000 kilogrammes de racines renferment :

Eau de végétation........	4,175	} = 5,000 kil.
Sucre....................	525	
Matières diverses..........	300	

On ajoute à la râpation au moins 5 pour 100 d'eau ou 88,05 kilogrammes, ce qui porte le chiffre du liquide à 4,175 + 250 = 4,425 kilogrammes sur 5,250 kilogrammes.

Des 5,250 kilogrammes on retire en moyenne 4,125 kilogrammes de jus; et il reste 1,125 kilogrammes de pulpe.

Si le jus était extrait complétement, il devrait se composer de :

Eau de végétation.....................	4,175 kil.	= 5,125 kil.
Eau ajoutée à la râpation...............	250 —	
Sucre................................	525 —	
Matières solubles div., au moins 3,5 p. 100.	175 —	
On extrait seulement....		4,125
Il en reste........		1,000 kil.

Puisque 5,125 kilogrammes de jus nous produiraient l'extraction complète des 525 kilogrammes de sucre, on doit admettre qu'il reste dans la pulpe une quantité de sucre proportionnelle au jus non extrait par la pression, et l'on peut résoudre la relation :

$$5,125 : 525 :: 1,000 : x = 102,43.$$

C'est donc une perte de 102k,43 de sucre par 5,000 kilogrammes de betteraves, soit 2k,0486 pour 100 kilogrammes de racines, dont nous supposons le titre saccharin à 10,5 pour 100. Cette perte est le chiffre moyen, car s'il y a des fabricants qui retirent un peu plus de jus, il y en a beaucoup d'autres qui en obtiennent moins. Cette perte est toujours proportionnelle évidemment à la richesse saccharine des betteraves.

Bien des personnes objectent à cela que, si l'on traite par l'eau en lavage de la pulpe pressée, on ne retire qu'un liquide d'une densité et d'une saveur sucrée insignifiantes... Cette objection tombe d'elle-même devant l'examen des faits et une expérimentation bien dirigée.

1° Un simple lavage ne pouvant enlever que *les matières solubles interposées entre les cellules non brisées par la râpe*, il est clair que le produit de ce lavage n'aura que peu de densité et peu de saveur ; mais cette expérience ne prouve rien.

2° Si l'on prend un kilogramme de pulpe et qu'on introduise peu à peu cette pulpe dans de l'eau bouillante, on réduira cette pulpe en une sorte de bouillie analogue à l'empois.

Cette bouillie, jetée sur un filtre en papier et lavée à plusieurs reprises, donne un jus dans lequel l'essai saccharimétrique accuse la présence d'une proportion de sucre qui justifie *au moins* les affirmations qui précèdent.

Il est, d'ailleurs, matériellement impossible que la râpe divise complétement les cellules saccharines, ainsi que nous l'avons exposé précédemment. Ainsi, une fabrication de 5 millions de kilogrammes de racines est frappée par une perte de 102,430 kilogrammes de matière sucrée par le seul fait de la mauvaise division de la matière première. Si nous faisons la part de la mélasse et du sucre cristallisable, nous trouverons que cette perte se dédouble ainsi :

Sucre cristallisable..........	81,944	= 102,430 kil.
Mélasse....................	20,486	

Une méthode susceptible d'épuiser la betterave de tout le sucre qu'elle contient devrait donc avoir pour base la division complète des cellules saccharifères, soit une *pulpation radicale;* jusqu'ici, malheureusement, on n'a rien inventé de sérieux à cet égard. La *coction* des racines offre de notables inconvénients que nous avons indiqués tout au long (voir liv. II); la *macération* en présente d'autres que l'on n'a pas encore pu surmonter d'une manière définitive, en sorte que cette partie du problème est encore à résoudre.

Nous ne parlerons pas ici de la division de la matière saccharifère par la meule verticale ou les pilons; cependant nous croyons qu'il serait possible d'arriver à établir un système de cylindres qui pulperaient convenablement les racines et donneraient assez de travail effectif pour alimenter une usine. Le talent de nos mécaniciens et de nos ingénieurs pourrait, sans aucun doute, soulever les difficultés qui s'attachent à la construction d'un appareil de ce genre. La pulpe, obtenue dans un état de parfaite division, pourrait être soumise avantageusement à la lévigation, qui en extrairait les dernières parcelles de matière saccharine.

Si les méthodes et les appareils usités pour la division de la matière saccharifère sont défectueux, on doit en dire autant de la *pression* exercée sur les substances divisées.

Les laminoirs sont à la fois destinés à diviser et à presser les cannes; nous savons déjà que ces appareils sont de tous les

plus imparfaits sous ce double rapport, et nous ne nous y arrêterons pas davantage. Nous avons également parlé des inconvénients des presses, et nous avons vu tout à l'heure que l'action énergique de la presse hydraulique ne suffit pas à enlever toute la matière sucrée, à plus de 2 pour 100 près. En général, on fait la pression trop rapidement, et le liquide aqueux, traversant trop promptement les tissus, n'a pas le temps de dissoudre toute la matière sucrée... Il est évident que, d'autre part, les phénomènes d'endosmose et d'exosmose ne peuvent se produire dans la pression.

Reste donc la *macération* à examiner au point de vue de l'extraction de la matière sucrée. Voici les principes qui doivent la diriger.

La cellule saccharifère non divisée, simplement lavée par l'eau, ne lui cède pas les principes qu'elle renferme, et le liquide n'entraîne avec lui que le sucre sorti des cellules brisées. Il n'en est pas de même lorsque l'eau tiède ou froide séjourne un certain temps sur la matière saccharifère divisée en tranches ou réduite en pulpe plus ou moins grossière. Les cellules qui renferment le sucre cèdent peu à peu cette matière à l'eau qui se substitue au sucre, en sorte que si la pulpe, traitée par une première eau, est ensuite traitée une seconde fois, une troisième, etc., par le même liquide, il arrivera un moment où le contenu des cellules ne sera plus que de l'eau presque pure. Une pression graduée pourra éliminer le liquide macérateur peu chargé de sucre pour le faire servir à macérer de nouvelle matière, et celle-ci, pressée, constituera une pulpe nutritive pour les animaux, mais à peu près débarrassée du sucre.

Ces principes généraux conduisent à quelques conséquences.

Tout système de *lévigation* proprement dite, tout appareil de lavage, quelque parfait qu'on le suppose, ne peut guère éliminer que le sucre mis en liberté et sorti des cellules brisées. *Les cellules non rompues ne cèdent pas leur sucre* dans ce cas, et le seul avantage de la lévigation consiste en ce que la pulpe est parfaitement épuisée par ce mode de tout ou presque tout le sucre *libre*. Ce n'est pas là de la macération ; mais nous regardons un bon lévigateur comme préférable à toutes les presses possibles.

Il faudrait, sans doute, après la lévigation, soumettre les pulpes à une pression suffisante pour en éliminer l'excès d'eau, afin de les rendre plus convenables pour la nourriture des animaux. L'eau de pression pourrait servir à de nouvelles opérations.

La macération, bien conduite dans des appareils intelligemment combinés, peut extraire la presque totalité du sucre d'une matière donnée. Nous en avons expliqué le mécanisme. Faisons observer en passant que la plus grande difficulté de la macération consiste à éviter le danger de la fermentation : cette opération exige un certain temps, et si la température est à un degré convenable, les ferments naturels réagissent sur la matière sucrée et en transforment une partie en alcool [1]. Si l'on n'a pas un moyen de s'opposer à cette réaction, le bénéfice de la macération sur la lévigation est à peu près perdu.

Des tentatives ont été faites dans ce but ; mais, jusqu'à présent, on ne peut pas dire que le résultat soit atteint. C'est même cette difficulté qui s'oppose à ce que la macération soit facilement applicable à la canne à sucre. L'emploi du bisulfite de chaux dans l'eau de macération peut arrêter la fermentation ; mais cet agent ne serait pas applicable à la betterave, puisqu'il donnerait des qualités nuisibles aux résidus ; d'autre part, le sucre qui provient des matières saccharines ainsi mutées n'offre pas des qualités convenables, et il est toujours d'une valeur moindre que le produit obtenu en dehors de cet agent.

La solution légère de tan, versée à +100° sur les substances à macérer, vaudrait beaucoup mieux sous tous les rapports ; mais c'est à l'expérience à décider cette question et à en faire voir le véritable côté pratique.

La *défécation* est nulle ou mal faite dans la sucrerie exotique. Quant à la sucrerie indigène, cette opération s'y pratique généralement beaucoup mieux et avec assez de soin ; cependant, la diversité des méthodes employées (liv. II, ch. II et suiv.), sur lesquelles nous nous sommes suffisamment étendu ailleurs, les modifications que plusieurs y introduisent sans motifs sérieux, la négligence de certains ouvriers, laissent

[1] *Traité théorique et pratique de la Fermentation.*

encore beaucoup à désirer. En général, on n'emploie pas assez de chaux pour faire une défécation complète, et nous trouvons la raison de cette circonstance dans la difficulté que l'on éprouve ensuite à éliminer cette substance. Il faut que la chaux soit employée en quantité suffisante pour :

1° Saturer les acides libres ;

2° Précipiter toutes les matières albuminoïdes, tannantes, salines, colorantes, etc., susceptibles de s'unir à l'oxyde de calcium ;

3° Donner à la liqueur une légère alcalinité, utile à la suite des opérations et à la conservation du sucre brut.

Cette proportion est nécessairement très-variable selon la maturité de la plante saccharine, le sol où elle a crû, l'engrais qu'on lui a donné, la température du climat, la sécheresse ou l'humidité de la saison, etc. On doit la déterminer par un essai préalable (liv. II, ch. I).

Les appareils employés à la défécation ne laissent rien à désirer dans la sucrerie indigène, mais le système suivi dans les pays d'outre-mer est trop arriéré pour mériter un examen approfondi. La défécation à feu nu se règle toujours mal ; une température trop basse ou exagérée influe sur les résultats, et la qualité des produits peut en être gravement altérée.

Rien à objecter sur la filtration européenne ; les filtres Dumont et les filtres Taylor satisfont à la plupart des exigences. Cependant il convient de dire ici que le débourbage, c'est-à-dire la séparation des fèces de nature mucilagineuse ou de consistance gélatineuse, se fait assez mal dans les caisses à débourber et même dans les filtres Taylor. Tous ces appareils ne sont d'un bon usage que lorsque les fèces offrent une certaine porosité qui permet aux liquides de les traverser aisément. Lorsque les liqueurs contiennent en suspension des matières de nature gélatineuse ou même certaines combinaisons albumineuses de chaux, les toiles des débourbeurs ne fonctionnent que pendant les premiers instants ; elles se recouvrent bientôt d'une couche de dépôt qui en obstrue les pores et forme à la surface une sorte de pâte ou de mastic presque imperméable. Alors le liquide ne filtre plus qu'avec une certaine lenteur et presque goutte à goutte, en sorte que les opérations se trouvent extrêmement ralenties. Il arrive souvent que l'on est obligé de démonter l'appareil et de livrer la

matière au repos, pour en séparer la liqueur par décantation.

On filtre fort peu dans la sucrerie exotique, et, suivant nous, c'est un tort ; les décantations successives dont se compose le système suivi avec les *équipages* ne peuvent jamais remplacer une bonne filtration. Ceci n'a pas besoin d'être démontré, et personne ne songera à élever de contestations sur un fait aussi palpable. La filtration permettrait aux fabricants de sucre, même en travaillant à feu nu, d'employer la *grande* à la défécation, tandis que les quatre chaudières suivantes seraient consacrées, deux à la concentration et deux à la cuite. La concentration serait rendue bien moins pénible, et l'enlèvement des écumes n'aurait plus lieu que dans la grande.

La *décoloration* par le noir est également peu usitée dans le travail du vesou de canne ; sous ce rapport, la fabrication exotique est dans d'assez bonnes conditions pour n'avoir que peu besoin de cet agent. Il ne pourrait avoir de valeur sérieuse que dans le cas où l'on emploierait la chaux comme défécant ; une filtration sur le noir enlèverait alors l'excès de chaux tout en décolorant le vesou.

Dans la sucrerie indigène, au contraire, le noir d'os joue un rôle très-important. Comme réactif chimique, il neutralise tout ou partie de l'excès de chaux ; comme agent de décoloration, il enlève la matière colorante des jus.

Nous avouons que nous ne sommes pas partisan du noir animal ; l'emploi de cette substance nous paraît une superfluité coûteuse, et nous croyons qu'une bonne défécation pourrait, dans tous les cas, suppléer complétement à son usage. C'est là un des *desiderata* de l'industrie actuelle ; mais la plupart des essais faits dans le but de remplacer l'emploi du charbon animal ont été, jusqu'à présent, sans résultat définitif.

La *condensation* à la vapeur, la *cuite dans le vide* se font aussi bien que possible en Europe ; mais ces deux opérations (concentration et cuite), faites à feu nu, sont désastreuses par la diminution du sucre et l'augmentation relative des mélasses qui en sont les conséquences immédiates.

Nous n'avons rien à ajouter sur la cristallisation et la purge, qui se font aussi bien que possible dans les circonstances actuelles.

Il importe d'examiner maintenant quelques faits regretta-

bles, qui sont de nature à compromettre l'industrie sucrière ; mais nous tenons à cœur de déclarer auparavant que nos observations, quelque pénibles qu'elles soient, reposent toutes sur des témoignages irrécusables et sur la parole des personnes les plus dignes de foi.

La *fabrication exotique* se plaint de la sucrerie indigène... elle la regarde à tort comme une ennemie, et cet esprit d'antagonisme a conduit aux excès les plus singuliers. Le parlementarisme a pris fait et cause pour de tristes passions, mises en jeu par deux mobiles dont on aurait dû rougir.

L'avidité et la paresse semblent s'être donné le mot pour étreindre la fabrication des pays d'outre-mer : si l'on ajoute à cela une outre-cuidance et une vanité impardonnables, on aura la base de l'appréciation qu'on peut porter consciencieusement.

« La betterave nous ruine ! » s'écrient les uns dans leur colère...

Cette plainte est inexacte de tout point.

Les planteurs ont entre les mains une plante bénie, qui renferme le cinquième de son poids de sucre cristallisable; ils sont arrivés de prime saut à en extraire *à peu près le quart*. Depuis la colonisation de l'Amérique, ils n'ont pas fait un progrès; aujourd'hui encore, ils retirent le quart du sucre de la canne ; ils en brûlent ou perdent la moitié dans la bagasse et l'autre quart fait de la mélasse ou du tafia !

La betterave ne ruine pas les planteurs; c'est à leur inertie, à leur négligence, à leur laisser aller qu'ils doivent s'en prendre de ce que la betterave a survécu aux causes nombreuses qui devaient l'anéantir comme plante industrielle. Nous ne parlons pas ici pour une colonie plutôt que pour une autre, et ceci s'applique à la généralité. Le luxe le plus effréné, la dissolution dans les mœurs, une apathie matérielle dont rien n'approche, le jeu et les autres vices, ses compagnons inséparables, sont les véritables causes de la stagnation dans laquelle est restée la fabrication exotique. Et celles-là ne sont pas les seules.

Les pays à esclaves, aussi bien que ceux où le travail est libre, sont restés dans le *statu quo*, au point de vue de la culture de la canne, de son traitement pour sucre, des appareils et des méthodes. Si quelque planteur actif et intelligent, ami

du progrès industriel, parle à l'un de ses voisins d'une amélioration à faire, d'un procédé à essayer, d'une méthode à introduire, celui-ci se contente de hausser les épaules, ou s'il répond, c'est pour dire *qu'il savait faire le sucre avant d'avoir des dents pour le manger*...

Les laminoirs qui laissent la moitié du sucre dans la bagasse; cette bagasse brûlée plutôt que d'être utilisée industriellement, l'absence de toute défécation ou une défécation insuffisante, la cuite à feu nu, sans soins, sans précaution, une purge par à peu près des produits, constituent des fautes graves dont plusieurs reconnaissent les abus, mais qui n'en subsistent pas moins.

Il faudrait *se gêner* pour mieux faire.

Il y a cependant aujourd'hui des exceptions. Des hommes distingués ont entrepris de régénérer la sucrerie exotique; ils ont prêché d'exemple, mais cet exemple serait pénible à imiter, et l'on préfère généralement mal faire que de se rendre à l'évidence. La plupart croient qu'ils n'ont plus rien à apprendre et ils ressemblent, sous ce rapport, à ce savant européen qui préférerait *mourir absurde* que de renoncer à une absurdité [1].

Pourquoi la raffinerie préfère-t-elle traiter le sucre de betterave plutôt que le sucre exotique, à l'exception de quelques provenances?

C'est que le sucre de canne est mal fait, mal préparé; c'est que les fabricants ne prennent pas la peine de détruire l'acidité naturelle des vesous, et qu'ils produisent des sucres gras, acides, non susceptibles de conservation.

La sucrerie exotique n'aura rien à redouter de la fabrication indigène, elle se placera dans les meilleures conditions matérielles, lorsque les fabricants travailleront, lorsqu'ils se dépouilleront de leurs habitudes d'indolence et d'apathie et qu'ils ne reculeront plus devant le progrès. Il n'est pas difficile d'en donner la preuve.

Lorsque le fabricant produit 1,000 boucauts de sucre gras, il peut, avec une augmentation de frais insignifiante, en produire plus du triple dans de bonnes conditions de fabrication. Il peut épuiser sa bagasse à 1 ou 2 centièmes près, et préparer en-

[1] Voir *Chimie de la Ferme*. N. Basset. 1858.

core de la matière combustible ou de l'engrais avec le résidu.

Pour cela, il faut *supprimer les rolls*, adopter un bon système de *macération* pour l'extraction du vesou, *déféquer* avec soin, *filtrer*, concentrer et *cuire à la vapeur*, ou tout au moins au bain-marie, à l'aide de chaudières à double fond... L'emploi de la turbine compléterait ce cadre d'opérations.

Il y a plus d'économie d'installation et de main-d'œuvre dans l'exécution de ce programme rationnel que dans la manière de faire à laquelle les planteurs semblent se rattacher malgré tout.

Ainsi que nous le disions précédemment, les planteurs intelligents font de vains efforts pour arriver à faire mettre en pratique de meilleurs procédés; ils viennent tous échouer contre l'indifférence générale. Le nombre ne manque pas aujourd'hui de ceux qui ont cherché et qui cherchent encore à amener le progrès dans la fabrication exotique; mais tous les hommes d'initiative qui ont entrepris cette tâche ingrate n'en ont recueilli que des dégoûts et des déceptions. Une telle entreprise est d'autant plus honorable et digne d'éloges qu'elle avait moins de chances de réussite, et nous nous faisons un devoir de reconnaître que le bien se trouve à côté du mal, même dans les contrées dont nous parlons. Nos observations ne concernent donc pas les hommes de cœur qui se sont épuisés en tentatives inutiles; loin de là, un grand nombre d'entre eux sont dignes de la reconnaissance publique. Mais notre critique n'en est pas moins exacte en ce qui touche le plus grand nombre. Les gouvernements américains et les mères patries européennes pourraient, peut-être, prendre des mesures pour combattre cet état de choses qui entraînera, dans un temps donné, des périls immenses pour la sucrerie exotique; malheureusement, les temps ne semblent pas encore arrivés où les grandes questions qui intéressent l'existence humaine prendront la priorité sur les futilités et les questions accessoires. On ne peut guère avancer cette époque désirable, et des vœux stériles ne produisent aucun résultat positif.

Les administrations et les gouvernements n'auraient nul besoin d'intervenir si les planteurs, comprenant mieux leurs véritables intérêts, se réunissaient pour modifier, d'un commun accord, le système funeste dans lequel ils sont engagés. S'ils pensaient aux graves conséquences qui pèsent sur eux, à

la responsabilité qu'ils encourent, ils n'hésiteraient pas un seul instant à se mettre résolûment à l'œuvre. Tous veulent créer ou augmenter leur fortune, et certes ils n'en prennent pas les moyens. Cependant, on ne saurait trop leur répéter que les bagasses seules représentent une valeur double de tout le produit de la fabrication exotique, et que cette valeur immense, cette somme presque incalculable, est, tous les ans, jetée au feu ou perdue sans avantages notables. Un industriel, placé entre deux ou trois plantations, et traitant la bagasse de ces établissements, au risque de leur fournir le combustible, gagnerait encore plus et produirait plus de sucre que les planteurs eux-mêmes...

Les *fabricants européens* ont participé aux travaux gigantesques de l'intelligence dont le résultat a été la création de l'industrie sucrière indigène, et c'était un spectacle admirable que l'émulation et le noble désir d'arriver au bien que l'on a pu remarquer en France au commencement de notre siècle. On peut dire en ce sens que la fabrication du sucre de betterave est une industrie toute française, malgré la découverte antérieure de Margraff et d'Achard. C'est en France, en effet, par les soins des savants et des industriels français, que cette fabrication a atteint les proportions d'une industrie manufacturière, et nous pouvons, à juste titre, être fiers des prodiges enfantés pendant l'époque mémorable du blocus continental.

Depuis ce temps, la nouvelle industrie s'est maintenue au niveau de toutes les exigences, à force de dévouement pendant certaines crises, par sa propre vitalité pendant les temps ordinaires.

Cependant, aujourd'hui, un grand nombre de fabricants sacrifient à la routine et ne marchent pas sur les traces de leurs prédécesseurs. Les hommes de progrès en sucrerie sont, en quelque façon, mis à l'index des autres fabricants, et, faut-il le dire? les retardataires cherchent à leur nuire ; et s'il leur arrive des mécomptes, on ose à peine cacher la satisfaction que l'on en éprouve.

Il n'est plus nécessaire, pour *se faire* fabricant de sucre, de posséder des connaissances spéciales étendues ; on n'a plus besoin d'être chimiste ou agriculteur ; il suffit d'avoir des *fonds* à soi, ou de l'argent de commandite, et de connaître les dédales du stock et de l'agio... On monte un établissement et

l'on se procure un contre-maître et des ouvriers, qui font du sucre comme ils ont appris à en faire depuis quinze ou vingt ans, et qui seraient totalement dépaysés dans le chemin des améliorations. Ceci est de toute exactitude, et nous en appelons à la conscience des fabricants eux-mêmes de la vérité de notre assertion. On voit en sucrerie les choses les plus étranges : on sait qu'il y a du sucre dans la betterave, qu'on en fait plus ou moins en la traitant de telle ou telle manière ; on n'en demande pas davantage.

Peu importent les autres questions : la beauté et la bonté des produits intéressent peu ; ce qu'il faut, c'est produire le moins cher et vendre le mieux possible.

Ajoutons, pour excuser, jusqu'à un certain point, cette tendance de la fabrication indigène, que l'amélioration s'est trouvée presque interdite au fabricant, par suite des entraves qui lui ont été imposées. Mais cela tient encore à un autre ordre de choses.

La fabrication du sucre était, à son origine, libre et entière... Le fabricant de sucre livrait au public son produit parfait, — MANGEABLE ET CONSOMMABLE. — On n'avait pas encore conçu l'idée inique de couper en deux une industrie essentiellement unitaire.

Lors de la création de la sucrerie indigène, *le fabricant de sucre* FAISAIT *du* SUCRE, *il n'était pas* OBLIGÉ *de ne faire que de la* MAUVAISE MOSCOUADE...

Des intérêts de comparses, quelques méchants rôles de coulisses amenèrent la séparation de la purification d'avec la création, et la *raffinerie*, avorton nourri des larmes de sa mère, vint un beau jour dire à la *sucrerie*, dont elle n'était que l'accessoire obligé : Tu obéiras, ou je te briserai !

Les chances étaient inégales. Le fabricant de sucre était réduit au petit rôle depuis qu'il n'était plus que producteur de moscouade... il faillit périr dans la lutte.

On comprend le non-progrès de la fabrication, en présence de ce nouvel obstacle, sorti d'elle-même, né de l'avidité et de la haine envieuse !

Les fabriques-raffineries, tour à tour autorisées et interdites, n'ont jamais eu, en France, d'autres résultats que d'amener la ruine des fabricants et de les forcer à se repentir amèrement d'une confiance prématurée dans des actes peu réfléchis.

Qu'il y ait des raffineurs excellents, de bons industriels dans cette branche bâtarde de la sucrerie, nous n'en doutons pas. Nous parlons de la raffinerie et non des raffineurs.

Voilà des meuniers habiles... Ils travaillent le blé... Et vous voulez les empêcher de préparer du gruau, et vous ne leur permettez que *la farine bise* et *le son !*...

Voilà un vigneron !

Vous lui dites : Mon ami, tes raisins sont excellents ; tu payeras une patente pour faire ton métier, et de plus, des droits exorbitants par hectolitre... tant pis pour toi !... Je te mets dans l'impossibilité de faire autre chose que de la *piquette !* Tes voisins, nos amis peut-être, prendront cette piquette et la retravailleront aisément ; ils gagneront le double de toi, et ils auront moitié moins de mal...

Que répondre à cela ? On ne l'a pas dit, mais ce sont les faits qui tiennent ostensiblement ce langage pour la sucrerie.

La raffinerie, séparée de la production, devient une criante iniquité. On ne peut, au nom du droit, de la raison, de l'intérêt même, interdire à un producteur de perfectionner ses produits, et de les vendre au public, dans des conditions de vente possible... ceci est de droit moral.

La sucrerie est-elle hors la loi, est-elle en dehors du droit, ou les législateurs ont-ils cédé à des influences ennemies du bien public et de la justice... justice morale et antérieure, non conventionnelle, bien entendu ?

A côté de ces observations, sévères peut-être, mais justes, on peut placer des considérations d'un ordre plus élevé et qui reposent sur des idées de bien public que l'on ne devrait jamais mettre en oubli. Admettons un instant que les intérêts de la fabrication ne soient pas lésés par la raffinerie, et que le producteur, aussi bien que le raffineur, trouve dans son industrie un bénéfice honnête. Qui payera ce double bénéfice ? Qui sera obligé de supporter ce double poids inutile ? Il est évident que le consommateur sera ici la victime, et que le public est lésé à ce compte.

Le sucre ne peut être consommé dans une large proportion, sinon quand son prix vénal le rendra accessible au grand nombre : il en est ainsi de tous les objets de consommation, et l'abaissement des prix doit être le but de toutes les tentatives et de tous les efforts.

Or, la superfétation des intermédiaires, l'augmentation des frais et des bénéfices, ne peuvent conduire à ce but ; cela est si évident que la discussion est de toute inutilité. Voici quelques chiffres à l'appui.

Soit le chiffre de la consommation égal, en France, à 120 millions de kilogrammes. La moyenne du bénéfice des raffineurs est de 10 francs par 100 kilogrammes, ce qui donne une contribution de 12 millions acquittée par la consommation. Que l'on joigne à cela l'exagération des droits fiscaux, exagération qui va à plus de 15 francs par 100 kilogrammes, et l'on aura un autre chiffre de 18 millions de francs dont est grevée indûment une substance de première nécessité. Ces chiffres conduisent à une somme d'au moins 30 millions de francs, ce qui permet de conclure que le sucre se vend au public au moins 25 centimes de trop par kilogramme, par le fait seul de la raffinerie et du fisc.

Ceci est encore fort éloigné de la vérité, ainsi que nous le ferons voir lorsque nous traiterons à fond la question de la valeur réelle du sucre et de son prix de revient dans les conditions normales de sa production en industrie agricole. Il résultera de notre démonstration la conséquence rigoureuse et inattaquable que 100 kilogrammes de matière sucrée ne représentent pas une valeur pécuniaire de plus de 85 centimes à 1 fr. 20 c. pour le champ producteur, selon que le produit varie entre 50,000 kilogrammes et 35,000 kilogrammes de racines. La moyenne donne un chiffre de 1 fr. 25 c. pour le prix agricole de revient de 100 kilogrammes de sucre !

En supposant qu'on n'en puisse extraire que la moitié, le double de ce chiffre (ou 2 fr. 50 c.) représentera la valeur agricole brute de 100 kilogrammes de matière sucrée, soit 25 centimes par kilogramme susceptible d'extraction, et il y a loin de ce chiffre à celui de 1 fr. 50 c. qui est près de soixante-quinze fois plus considérable.

Cette énorme différence est absorbée par les bénéfices exagérés des cultivateurs, des fabricants, des raffineurs, par les intermédiaires de toute nature et par le fisc, lorsqu'une fabrication intelligente et libre, assujettie à un impôt rationnel, pourrait aisément livrer le sucre à la consommation au prix de 50 centimes le kilogramme, en tenant compte de toutes les exigences acceptables.

Nous n'absolvons pas les fabricants de sucre de leur indolence, de leur passion pour l'argent, de leur avidité commerciale, de leurs petites ruses, ni de certaines petites choses, que plusieurs appellent de l'adresse : mais nous sommes tenté de leur pardonner le *statu quo* en faveur de la situation où ils sont placés.

Quand cessera-t-elle d'une manière définitive ?

En principe et en droit commun, la sucrerie, fabrication brute et raffinage compris, ne constitue qu'une seule industrie, que *personne* n'a le droit de scinder ; cette malencontreuse séparation est le ver rongeur de la sucrerie, et la plupart des désastres qu'elle a subis sont dus à cette pierre d'achoppement. La sucrerie indigène, rétablie comme elle était lors de sa création, c'est-à-dire libre de créer et de raffiner ses produits et de profiter des chances de la vente, lorsqu'elle sera débarrassée des intermédiaires, sera une industrie de prospérité et d'avenir ; si ces conditions ne sont pas réunies, il faut désespérer des événements.

Les intérêts de la raffinerie isolée sont diamétralement opposés à ceux de la sucrerie ; le raffineur ne vit et ne s'enrichit que parce que la sucrerie végète et se ruine.

Enfin, nous le disons hautement : la raffinerie devrait être interdite à tout industriel qui ne serait pas en même temps fabricant de sucre, au moins jusqu'à ce qu'un changement radical se soit opéré dans l'industrie sucrière, par la création de la sucrerie agricole.

Comment est-il possible que, dans les circonstances qui le frappent, le fabricant s'occupe de progrès et d'amélioration, lorsqu'il sent que sa situation lui échappe, lorsque le besoin d'argent étreint toutes les classes sociales de notre époque ? Il faudrait pour cela un courage au-dessus des forces ordinaires de l'humanité, et n'a pas qui veut du dévouement et de l'abnégation, surtout lorsque l'on risque de compromettre sa fortune et celle de sa famille.

Nous livrons ces réflexions à qui de droit ; mais nous le faisons par acquit de conscience, presque certain que nous sommes de *prêcher dans le désert*. On n'est guère écouté lorsqu'on n'emploie pas le langage de la flatterie.

DE QUELQUES MESURES ADMINISTRATIVES OU GOUVERNEMENTALES QUI INTÉRESSENT LA SUCRERIE FRANÇAISE.

L'ensemble des règlements administratifs qui sont relatifs à la fabrication sucrière en France a toujours pu se traduire par deux mots : *avidité fiscale !* Il est malheureusement de l'essence des gouvernements modernes d'avoir toujours besoin d'argent ; ce besoin se comprend facilement, mais les moyens d'y satisfaire devraient être rationnels. Sans doute, on ne peut y satisfaire que par l'*impôt*, soit ; mais cet impôt doit être juste et équitable, il ne doit pas entraîner la ruine de ceux qui le payent, tant par son exagération que par les tracasseries et les entraves qui en dérivent. Il ne doit pas atteindre les matières alimentaires, sinon dans des conditions de modération extrême ; il doit être perçu avec impartialité.

Ce n'est pas malheureusement le cas pour le sucre, et les agents du fisc remplissent dans les sucreries le rôle d'obstacles incessants : il est étrange que l'industrie sucrière ait pu résister à un tel système, et certainement elle aurait succombé, si elle n'était pas aussi intimement liée à l'agriculture et aux besoins d'une population qui tend sans cesse à augmenter.

Avant d'entrer plus avant dans les considérations relatives aux mauvaises mesures dont la sucrerie a été l'objet, il importe de donner un aperçu de la situation dans laquelle la législation a placé cette industrie, et le meilleur moyen d'appréciation que l'on puisse avoir consiste à placer sous les yeux du lecteur les phases progressives par lesquelles a passé L'IMPÔT ; nous y joindrons quelques détails sur les tracasseries sans nom posées en principe dans la loi et qualifiées sous le titre significatif d'*exercice*.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, nous devons séparer la question en trois groupes distincts :

1° Question d'impôt d'importation du sucre français colonial et du sucre étranger ;

2° Question d'impôt de fabrication du sucre indigène ;

3° Question de primes d'exportation accordées à la raffinerie.

Ces questions doivent encore être scindées, quant à l'im-

portation, selon le pavillon national ou étranger des navires importateurs.

On sait que le premier empereur, dont les vues grandes et larges contrastaient singulièrement avec celles des gouvernements qui ont suivi le sien, avait créé la *sucrerie libre* et exempte d'impôts. Il serait illusoire aujourd'hui de tant demander, et il y aurait même injustice à désirer l'anéantissement complet du droit fiscal. Il ne faut pas tomber dans les dires de ceux qui voudraient *un royaume sans subside*, une telle utopie étant impossible. Mais de là, à certains faits inqualifiables, il y a loin comme du moyen âge à nos jours.

1° IMPORTATION.

En 1814, le gouvernement *restauré* ne pouvait faire trop de concessions aux étrangers; aussi, dès le 23 avril, on assimile le sucre français et le sucre étranger, au point de vue de l'*importation*.

Le droit *adéquat* est fixé à 40 francs par 100 kilogrammes.

Aussitôt le sucre, dont regorgeaient les marchés étrangers par suite du blocus, fait irruption sur la place française; la fabrication indigène est ruinée et celle des colonies est à la veille de succomber.

A la vue de cet état de choses, et le premier mouvement de reconnaissance pour les baïonnettes autrichiennes et pour les subsides anglais se trouvant un peu calmé, on songe à porter remède à la situation.

Le 17 décembre 1814, il survient une ordonnance qui fixe ainsi les droits d'*importation* :

Sucre français.....	40 fr. par 100 kil.
Sucre étranger.....	60 —

La sucrerie exotique se relève, sous l'influence de la surtaxe de 20 francs frappée à l'importation des sucres étrangers; les sucres indigènes en éprouvent le contre-coup et, peu à peu, vers 1822, cette industrie sort de ses cendres. En 1825, elle produit 5 millions de kilogrammes, sa prospérité va croissant dans les années suivantes, et, en 1828, une Commission trouve qu'elle doit être *imposée*. Rien de plus juste, en effet; il ne s'agit que de ne pas faire d'un droit fiscal un *acte de haine*.

Les événements de juillet arrêtent, en 1830, ces menaces prématurées : aussi, en 1836, la fabrication indigène produit 40 millions de kilogrammes.

Qu'on nous pardonne cette digression, après laquelle nous revenons à la question du droit d'importation.

Le 28 avril 1816, le droit d'importation est ainsi fixé :

Sucre des colonies......................	45 fr.	par 100 kil.
Sucre brut de l'Inde, par navires français...	60	—
Sucre brut d'ailleurs, —	70	—
Sucre brut des entrepôts, —	75	—
Sucre importé par navires étrangers........	80	—

Le 21 août 1818, on apporte une modification à ce tarif dans les conditions suivantes :

Les sucres français de la Réunion, 40 francs par 100 kilogrammes.

Ce dégrèvement ne suffit pas aux colonies, et, le 7 juin 1820, on leur accorde une nouvelle concession, en réduisant le droit, pour les sucres de la Réunion, à 37 fr. 50 c. pendant qu'on porte à 75 francs le droit sur les sucres américains d'origine non française. La sucrerie exotique fait des progrès considérables par suite de cette mesure, mais loin d'en être satisfaite, elle obtient encore, le 27 juillet 1822, une augmentation de surtaxe pour les sucres étrangers d'Amérique, lesquels sont portés à 95 francs par 100 kilogrammes.

Le 26 avril 1833, la surtaxe des sucres étrangers, provenance de l'Inde, est diminuée de 5 francs, et celle des autres de 10 francs par 100 kilogrammes.

Sous l'empire de tous ces avantages et de l'impôt de la fabrication qui grève le sucre indigène, les colonies donnent, en 1838, 80 millions de kilogrammes de sucre.

Le 21 août 1839, une ordonnance dégrève encore de 12 francs le sucre colonial.

La loi du 3 juillet 1840 fixe le droit d'importation du sucre colonial à 45 francs par 100 kilogrammes et réduit de 20 francs la surtaxe des sucres étrangers.

Le 1er août 1847, on crée deux types de nuance et l'on fixe l'impôt comme il suit :

Sucre colonial des Antilles, 1er type et au-dessous.	45 fr.	» c.	les 100 kil.
Sucre colonial de la Réunion, —	38	50	—

Augmentation de 1/10 pour le second type et de 2/10 pour les types supérieurs.

Sucre étranger brut, non blanchi, selon pavillon.		60 à 85 fr.	les 100 kil.
Sucre étranger, blanc ou terré,	—	80 à 105	—

La loi des 19 mars, 22 mai et 15 juin 1851 supprime les types et règle les impôts au titre saccharimétrique à $\frac{99}{100}$.

Sucre colonial, pendant quatre ans.............	44 fr.	par 100 kil.
Sucre étranger................................	61	—
Sucre français au delà du Cap..................	41	—
Sucre étranger d'entrepôts, par navires français..	71	—
Sucre étranger d'entrepôts, par navires étrangers..	86	—

Cette loi ne devant ressortir son plein effet qu'au 1er janvier 1852, le droit est fixé jusque-là dans les conditions suivantes :

Sucre colonial,	nuance égale ou inférieure au 1er type.	39 fr.	50 c.	par 100 kil.
—	nuance supérieure..................	42	50	—
—	sous-type..........................	36	50	—
Sucre étranger,	nuance égale ou inférieure au 1er type.	55	00	—
—	nuance supérieure..................	58	00	—
—	sous-type..........................	52	00	—
Sucre raffiné des colonies..................		47	00	—

Le 27 mars 1852, un décret du président de la République vient modifier ces conditions, en abandonnant l'emploi du saccharimètre :

Sucre colonial	au type, pendant quatre ans...........	38 fr.	par 100 kil.
—	au-dessus du type, pendant quatre ans..	41	—
Sucre étranger	au type, pendant quatre ans...........	57	—
—	au-dessus du type.....................	60	—

Le 20 décembre 1854, un nouveau décret réduit les droits sur les sucres étrangers de la manière suivante :

Sucre du 1er type au plus,	provenant de la Chine, de la Cochinchine, des Philippines et de Siam.........	48 fr.	par 100 kil.
—	des autres contrées de l'Inde.	50	—
—	d'ailleurs, hors d'Europe....	53	—
—	des entrepôts..............	63	—
—	par navires étrangers.......	68	—
Sucre au-dessus du 1er type, mêmes droits, avec augmentation de......................		3	—

Un an plus tard, le 29 décembre 1855, un autre décret vient encore modifier ces droits et les réduire de 3 francs par 100 kilogrammes.

Enfin, une dernière loi du 27 juin 1856 apporte de nouvelles modifications à cette situation et fixe ainsi les droits à percevoir à l'importation :

Sucre colonial d'Amérique, au type....	45 fr.	par 100 kil.
— au delà du Cap, au type.	42	—
Au-dessus du type, augmentation de...	3	—
Raffinés, 10 pour 100 en sus des droits du 1er type.		

Il est en outre établi que ces droits seront réduits temporairement : 1° de 7 francs par 100 kilogrammes du 27 mars 1856 au 30 juin 1858; 2° de 5 francs par 100 kilogrammes du 1er juillet 1858 au 30 juin 1859 ; 3° de 3 francs par 100 kilogrammes du 1er juillet 1859 au 30 juin 1861.

La loi nouvelle, du 23 mai 1860, apporte une modification rationnelle, bien qu'insuffisante, à cet impôt, et nous la reproduisons plus loin, avec ses dispositions.

Nous tirons des faits précédents les chiffres qui suivent relativement à l'importation du sucre colonial au type :

SUCRE COLONIAL.

Droits à l'entrée par 100 kilogrammes, par navires français, au type.

	fr.	c.
23 avril et 17 décembre 1814....	40	»
28 avril 1816....................	45	»
21 août 1818....................	40	»
7 juin 1820......................	37	50
21 août 1839....................	25	50
3 juillet 1840....................	45	»
1er août 1847....................	38	50
19 mars 1851....................	39	50
27 mars 1852....................	38	»

En présence de ces éléments significatifs, il n'est pas possible de méconnaître l'incohérence d'idées qui a présidé à la marche que l'on a suivie, et l'on se sent, malgré soi, porté à se demander quelles en peuvent être les causes.

2° DROIT DE FABRICATION.

Nous avons dit précédemment que la sucrerie indigène avait profité, aussi bien que la sucrerie exotique, de la surtaxe de

20 francs, imposée aux sucres étrangers le 17 décembre 1814 ; en 1828, ses progrès avaient été assez rapides et assez marquants pour éveiller la susceptibilité des gens intéressés à sa perte : une Commission d'enquête parla de la nécessité d'un impôt...

Ce projet avait été retardé par les faits accomplis ; mais, de 1836 à 1837, les craintes des colonies se réveillèrent plus vives que jamais, et, avec elles, vinrent les réclamations, les démarches, les sollicitations...

Le 18 juillet 1837, le *droit* est définitivement établi sur la fabrication et fixé à 15 francs par 100 kilogrammes. Il est déclaré obligatoire pour les deux premiers tiers, ou 10 francs, à dater du 1er juillet 1838, et pour la totalité, ou 15 francs, au 1er juillet 1839. Chaque fabrique est assujettie à un droit de licence de 50 francs. Le résultat de cette mesure, juste en elle-même, fut de faire tomber la fabrication de 40 millions à 22 millions de kilogrammes et d'amener la fermeture de 166 établissements.

La loi du 3 juillet 1840 élève le droit de fabrication à 25 francs.

Le 10 janvier 1843, *on propose l'interdiction de la fabrication indigène !*

La loi du 2 juillet 1843 reconnaît le principe de l'*égalité des droits* sur le sucre indigène et le sucre colonial : le sucre indigène doit être augmenté de 5 francs par an, jusqu'au 1er août 1847, époque à laquelle doit avoir lieu la péréquation.

La loi des 19 mars, 22 mai et 13 juin 1851 fixe le droit sur le sucre indigène à 99 degrés saccharimétriques à 50 francs par 100 kilogrammes ; mais comme la loi ne doit prendre effet qu'à dater du 1er janvier 1852, le montant du droit est ainsi fixé jusqu'à cette époque :

Nuance inférieure ou égale au type.........	44 fr.	50 c.	par 100 kil.
Nuance supérieure......................	47	50	—
Nuance sous-type (bonne quatrième)........	41	50	—
Sucre raffiné dans les fabriques-raffineries..	57	»	—

Le 27 mars 1852, un décret du président de la République rejette l'emploi du saccharimètre et modifie le droit de fabrication :

Nuance égale au plus au type...	45 fr.	par 100 kil.
Nuance supérieure au type......	48	—

Ce même décret portait une disposition funeste dont l'effet presque immédiat fut la ruine complète de la plupart des fabriques de sucre indigène où l'on avait établi la raffinerie : nous en reparlerons dans un instant.

Puis vint la guerre, et le double décime frappa la fabrication en élevant à 54 — 57.60 les droits dont nous venons de parler.

Enfin, la loi du 23 mai 1860 établit en définitive et comme principe l'égalité de l'impôt en réduisant le droit à 25 francs, soit 27.50, décime compris, pour le sucre indigène et pour le sucre colonial, bien que celui-ci doive jouir d'une détaxe de 3 francs jusqu'au 30 juin 1866.

3° PRIMES D'EXPORTATION ACCORDÉES A LA RAFFINERIE.

Jamais la passion humaine n'a poussé plus loin les limites de l'avidité et de l'égoïsme que dans les questions où les intérêts de la raffinerie ont été mis en jeu. Le lecteur peut en juger par les dispositions suivantes :

7 juin 1820, prime de sortie à l'exportation des raffinés, 100 francs.

17 juillet 1822... La charge onéreuse que cette prime insensée fait subir au Trésor, à l'avantage de quelques intérêts privés, fait adopter le système du *drawback*. Ce système consistait à restituer seulement les droits d'entrée sur les sucres importés par navires français, en se basant sur le rendement obtenu par les raffineurs.

L'agiotage pratiqué sur les quittances de douane, et, sans aucun doute, le moindre profit que les raffineurs tiraient du drawback, firent revenir à la prime de 100 francs. L'agiotage dont nous parlons ne doit être considéré par les observateurs consciencieux que comme un prétexte pour les récriminations ; ce fut le rideau derrière lequel se cachèrent les acteurs de la comédie jouée à cette époque. Les exportateurs ne bénéficiaient que de 4 ou 5 millions par le drawback ; ils en encaissèrent 18 ou 20 par cette prime exagérée.

Le 26 avril 1833, on abandonne la prime et l'on revient au drawback.

La loi des 19 mars, 22 mai et 13 juin 1851 ajoute une prime de 6 fr. 50 c. par 100 kilogrammes à l'exportation des raffinés

provenant des colonies, et ce, indépendamment du drawback.

Le rendement des sucres coloniaux en sucres raffinés étant fixé à 70 pour 100, et, dans la pratique, ce rendement n'étant jamais au-dessous de 80 pour 100, il en résultait une prime égale au droit sur 10 pour 100 de sucre au moins, dont bénéficiaient directement les raffineurs.

La loi du 27 juin 1856 porte ce rendement à 75 pour 100.

Enfin, la loi du 23 mai 1860 apporte, pour l'avenir, une solution plus satisfaisante : elle stipule la restitution du droit perçu pour 100 kilogrammes de sucre au type, pour 76 kilogrammes de sucre raffiné, ou 80 kilogrammes de lumps, etc., livrés à l'exportation. Pour la première fois aussi, une idée de justice prend place dans les dispositions applicables à l'exportation des sucres, les produits bruts de la fabrication indigène étant déchargés du droit lorsqu'on les exporte à l'étranger.

On peut voir, par ce qui précède, jusqu'à quel point a été poussée la protection accordée à la fabrication exotique pendant une longue période, au détriment de l'industrie indigène, dont les efforts et les sacrifices suffisaient à peine à la maintenir sur la brèche. Une différence énorme de taxe encourageait l'importation des sucres coloniaux contre la concurrence des sucres étrangers sur le marché de la métropole; et le sucre indigène, outre les difficultés de sa fabrication, la moindre richesse de la matière première, etc., avait encore à lutter contre la surabondance des produits coloniaux. Nous ne parlons du droit de fabrication que pour mémoire; mais nous devons ajouter qu'il ne se ferait pas de sucre dans les colonies si les planteurs étaient soumis aux tracasseries de l'exercice.

MODE DE PERCEPTION DE L'IMPÔT SUR LES SUCRES DE BETTERAVE EN FRANCE.

Il n'entre dans l'esprit de personne de contester la justice d'un impôt sur le sucre ; cette denrée, comme tant d'autres, est évidemment imposable, et l'on ne peut raisonnablement discuter que l'opportunité, le chiffre ou le mode de perception de l'impôt...

D'après la loi du 17 juillet 1837, chaque fabrique de sucre devait payer, à partir du 1er janvier 1838, un droit de licence de 50 francs et de plus un impôt de 15 francs par 100 kilo-

grammes de sucre brut. Les deux tiers de cet impôt de fabrication devaient être payés à partir du 1er juillet 1838, et la totalité à dater du 1er juillet 1839.

Le rendement devait être déterminé par un *règlement d'administration publique,* et la perception de l'impôt devait s'effectuer par *la voie de l'exercice, au lieu même de la fabrication.*

Voici l'analyse des ordonnances du 4 juillet 1838 et du 24 août 1840, et de la loi du 31 mai 1846, relatives au mode de perception de l'impôt sur le sucre indigène [1].

Obligations des fabricants. — 1° Tout fabricant de sucre est tenu de se munir d'une licence avant de commencer sa fabrication.

2° Il est également tenu, quinze jours *au moins* avant l'ouverture de ses opérations, de faire par écrit, au bureau des contributions indirectes, la déclaration de sa profession. Cette déclaration doit contenir la description des locaux, ateliers et autres dépendances de la fabrique.

3° Le fabricant est tenu, en outre, de déclarer la contenance des chaudières à déféquer et celle des citernes ou autres réservoirs à demeure destinés à conserver les sirops ou mélasses. Il doit fournir l'eau pour vérifier les quantités déclarées, par la voie de l'empotement, et les ouvriers nécessaires à cette opération ; cette vérification est faite en sa présence, sous la direction des employés de la régie, qui en dressent procès-verbal.

4° Les fabricants sont soumis aux visites et vérifications des employés, et tenus de leur ouvrir, *à toute réquisition*, leurs fabriques, ateliers, magasins, maisons, caves et celliers, et tous autres bâtiments enclavés dans la même enceinte que les fabriques, ainsi que de leur représenter les sucres, sirops et mélasses qu'ils ont en leur possession.

5° Toute communication intérieure des lieux déclarés par le fabricant avec les maisons voisines non occupées par lui est interdite et doit être scellée, à moins que le voisin ne se soumette, quant aux visites, aux mêmes obligations que le fabricant et conjointement avec lui; auquel cas, les lieux ainsi

[1] Nous empruntons une partie de cette analyse à l'excellent travail de M. A. Trébuchet... Les questions de législation relatives à la sucrerie française ou étrangère seront, d'ailleurs, traitées *in extenso* dans le second volume de cet ouvrage.

tenus en communication avec la fabrique doivent être déclarés par l'un et par l'autre.

6° Les dispositions et déclarations qui précèdent sont applicables aux magasins ou dépôts que les fabricants posséderont dans la commune où est située leur établissement et dans les communes limitrophes. Ces magasins ou dépôts seront soumis aux visites et vérifications des employés de la régie ; les sucres ne pourront y être transportés de la fabrique qu'avec acquit-à-caution et y seront pris en charge ; ils seront soumis, à la sortie, aux mêmes formalités que s'ils étaient enlevés de la fabrique. Il sera tenu, pour chacun de ces magasins ou dépôts, un compte d'entrée et de sortie. Les quantités formant excédant aux charges, lors des recensements et inventaires, seront saisies. Les manquants seront soumis au droit. Tous les sucres existant dans des magasins ou dépôts non déclarés, et appartenant aux fabricants établis dans les limites ci-dessus déterminées, seront également saisis.

7° Chaque réservoir doit porter un numéro et l'indication de sa contenance en litres. Il est défendu de changer, modifier, ou altérer la contenance des chaudières à déféquer, citernes ou autres vaisseaux épalés, ou d'en établir de nouveaux de même nature, sans en avoir fait la déclaration par écrit vingt-quatre heures d'avance. Le fabricant ne peut en faire usage qu'après que leur contenance a été vérifiée, comme il vient d'être dit.

8° A l'extérieur de toute fabrique de sucre en activité, on doit faire inscrire en caractères apparents les mots : *Fabrique de sucre.*

9° Les fabricants de sucre ne peuvent distiller le jus de betterave dans l'enceinte de leur fabrique ou dans un établissement qui n'en serait pas séparé par un espace ouvert à la surveillance des employés de la régie. Leur compte ne sera déchargé que des quantités de sucre au premier type contenues dans les sirops ou mélasses qui auront été versés dans les cuves de fermentation, en présence de ces employés.

10° Chaque année, avant de commencer la fabrication, le fabricant doit déclarer : 1° les heures de travail pour chaque jour de la semaine ; 2° le procédé qu'il doit employer pour l'extraction du jus. Tout changement dans le procédé d'extraction du jus, ou dans le régime de la fabrique, pour les

jours et heures de travail, doit être précédé d'une déclaration au bureau de la régie.

11° Tout fabricant qui veut suspendre ou cesser les travaux de sa fabrique, ou continuer les travaux hors des jours et heures déclarés, est tenu d'en faire le même jour la déclaration.

12° Tant qu'un fabricant conservera des betteraves, des sucres, des sirops ou des mélasses, la déclaration qu'il fera de cesser ses travaux n'aura pour effet de l'affranchir des obligations imposées aux fabricants de sucre que s'il paye immédiatement le droit sur tous les sucres restant en sa possession, et que s'il expédie les sirops et mélasses sur une autre fabrique ou distillerie.

13° Le fabricant doit tenir sur papier libre deux registres que lui fournit *gratuitement* l'administration des contributions indirectes, et qui doivent être cotés et paraphés par le directeur.

14° Le premier de ces registres est à souche ; il doit servir à inscrire toutes les défécations au fur et à mesure qu'elles ont lieu et sans interruption ni lacune. Le numéro de la chaudière, la date et l'heure de l'opération y doivent être inscrits à l'instant même où le jus commence à couler dans la chaudière; l'heure à laquelle la défécation doit être terminée complète la déclaration. Au moment où le jus est déféqué, et avant que le robinet de décharge soit ouvert ou qu'aucune partie de ce jus soit enlevée de la chaudière, un bulletin, contenant les mêmes indications que la déclaration, est détaché de la souche et jeté dans une boîte dont les employés ont la clef.

15° Le deuxième registre est à colonnes ; il doit présenter jour par jour : 1° la date ; 2° le numéro des chaudières employées à la défécation et le nombre des défécations opérées dans chacune ; 3° le volume, en litres, du jus soumis à la défécation, d'après la contenance des chaudières, et sous la déduction[1] accordée par les dispositions indiquées plus bas ; 4° le nombre de litres des mélasses, sirops ou sucres imparfaits repassés à la défécation. Ce registre doit être constamment à jour et visé par les employés à chacune de leurs visites. Il doit

[1] Cette déduction est de 12,5 pour 100... Il ne faut pas la prendre comme une faveur, puisqu'elle est égale au vide laissé dans les chaudières... (Voir plus loin, art. 20 et 21.)

être placé, ainsi que la boîte qui sert à déposer les bulletins, dans la partie de l'atelier de fabrication où se trouvent les chaudières à déféquer.

16° Au mode de constatation des défécations journalières, réglé par les dispositions précédentes, *il peut*, par convention de gré à gré entre la régie et le fabricant, être substitué, soit une autre manière de tenir le compte des chaudières déféquées, soit un abonnement assis sur un nombre déterminé de défécations par chaque jour de travail. Les traités ainsi passés peuvent toujours être révoqués par la régie, en cas de fraude constatée.

17° Sont soumis aux mêmes obligations que les fabricants de sucre, sauf le payement de la licence, ceux qui préparent et concentrent du jus de betterave. Il leur est donné décharge des quantités de jus ou de sirops qui sont livrés à la distillation ou employés à tout autre usage. Le compte des fabricants à qui sont expédiés des jus ou sirops en est chargé, conformément au mode d'exercice ci-dessous indiqué [1].

Mode d'exercice. — 18° Il est ouvert par les employés un compte de fabrication.

19° Le compte du fabricant est chargé *au minimum* (ordonnance du 24 août 1840) de 12 hectogrammes de sucre brut, au premier type, par 100 litres de jus et par chaque degré du densimètre au-dessus de 100 (densité de l'eau) reconnu *avant la défécation*, à la température de + 15 degrés centigrades. Les fractions au-dessous d'un dixième de degré du densimètre sont négligées. (La loi du 31 mai 1846 a porté la charge à 14 hectogrammes, et celle du 23 mai 1860 à 14h,25.)

20° Le volume du jus soumis à la défécation est évalué d'après la contenance des chaudières, déduction faite de 12,5 pour 100. Il est également déduit de la capacité de la chaudière les quantités de mélasse, sirops ou sucres imparfaits, qui seraient ajoutées au jus, soit à la macération, soit à la défécation, à condition que le volume en litre de ces quantités ajoutées soit indiqué sur le registre des défécations. L'administration accorde, en outre, un dégrèvement sur la prise en charge du jus, toutes les fois que, par des faits matériels ou des accidents constatés par les employés, la quantité ainsi

[1] Voir art. 25.

évaluée n'a pu être obtenue. Il en est de même toutes les fois que des pertes en sirops ont été constatées.

21° Tout fabricant qui veut laisser dans ses chaudières un vide excédant la proportion de 12,5 pour 100, dont il vient d'être parlé, est admis à faire marquer dans l'intérieur desdites chaudières, par les employés des contributions indirectes, la ligne au-dessus de laquelle il s'engage à ne pas élever le jus à chaque défécation. Dans ce cas, le volume du jus servant à établir les charges est évalué, d'après la capacité de la chaudière, jusqu'à la ligne ainsi marquée. Il y a contravention de la part du fabricant, toutes les fois qu'il emplit ses chaudières au delà de la limite fixée sur sa demande.

22° Dans les fabriques où les procédés ordinaires de défécation ne sont pas suivis, la quantité de sucre à prendre en charge au minimum est déterminée d'après la capacité des chaudières, cuves ou autres vaisseaux dans lesquels sont réunis les liquides obtenus par le déplacement du jus, la lixiviation des betteraves desséchées, la macération des betteraves fraîches, ou par tout autre procédé, et en raison de la densité desdits liquides.

23° Les formalités prescrites pour la tenue des registres de défécation sont appliquées dans ces fabriques à la première réunion du jus dans les chaudières. L'évaluation des quantités de jus servant à la prise en charge peut aussi, dans ces mêmes fabriques, être faite de gré à gré entre la régie et les fabricants.

24° Les sucres indigènes ou exotiques libérés de l'impôt, qui seraient introduits dans une fabrique, ne sont pris en charge, *pour mémoire*, au compte du fabricant que pour la quantité de sucre au premier type qu'ils représentent.

25° L'article précédent, ainsi que le dernier paragraphe de l'article 17, a cessé, jusqu'en mai 1860, d'avoir une valeur pour le fabricant, auquel la loi du 31 mai 1846 a interdit l'introduction, dans sa fabrique, des sucres imparfaits, sirops ou mélasses...

26° Cependant, le fabricant raffineur peut recevoir des sucres indigènes ou exotiques achevés et libérés d'impôt, quand sa fabrication de l'année est terminée, et après l'enlèvement de tous les sucres et de tous les produits existant dans sa fabrique. Il lui est interdit de reprendre la fabrication de l'année

suivante avant l'enlèvement de tous les produits de la raffinerie.

27° Du 1er au 15 août de chaque année, et au moment de la cessation des travaux, si elle a lieu plus tôt, et, dans tous les cas, quinze jours au moins avant la nouvelle fabrication, il est fait un inventaire des sucres en nature et de ceux qui existent dans les sirops et mélasses, d'après une évaluation de gré à gré. Si le résultat de l'inventaire, réuni aux quantités expédiées ou déjà soumises à l'impôt, dépasse les charges, l'excédant est ajouté au compte et passible du droit. Dans tous les cas, la quantité inventoriée est reportée à compte nouveau.

Indépendamment de l'inventaire annuel, il est fait un recensement dans les fabriques avant l'ouverture des travaux de chaque campagne et après la cessation des défécations. Lors des inventaires et des recensements, les quantités de sucre formant excédant aux charges sont portées en compte comme produits de la fabrication ; les quantités manquantes sont immédiatement soumises aux droits.

28° Dans les inventaires et recensements, ainsi que dans la vérification des chargements au départ et à l'arrivée, les fabricants et les destinataires sont tenus de fournir les ouvriers, les poids, balances et ustensiles nécessaires pour opérer la saisie et reconnaître la qualité des sucres.

29° Dans tous les cas où il y a lieu d'évaluer la quantité de sucre au premier type contenue dans des sucres imparfaits, sirops ou mélasses, ou dans des sucres qui ont déjà été soumis à l'impôt, et lorsque la régie et le fabricant ne peuvent s'accorder sur cette évaluation, il doit y être procédé par deux experts que nomment les parties ; les frais de l'expertise sont à la charge de celle dont la prétention est reconnue mal fondée. S'il y a partage, les experts s'adjoignent un tiers expert pour les départager ; s'ils ne s'accordent pas sur le choix, il y est pourvu par le président du tribunal de première instance de l'arrondissement.

Formalités à l'enlèvement. — 30° Les sucres ne peuvent sortir de la fabrique avant qu'au préalable le fabricant n'ait fait, au bureau de la régie, vingt-quatre heures au moins avant l'enlèvement, dans les villes, et trente-six heures dans les campagnes, une déclaration, et qu'il ne s'y soit muni d'un acquit-à-caution. La déclaration et l'acquit-à-caution énoncent : 1° le nombre des colis ; 2° leur poids brut et net ; 3° l'espèce et la

qualité des sucres d'après les types ; 4° le jour et l'heure de l'enlèvement ; 5° les noms, demeures et professions du destinataire et du voiturier, ainsi que la route qui doit être suivie. La qualité des sucres déclarés est vérifiée et les colis sont comptés, pesés et plombés par les employés avant l'enlèvement. Les fabricants remboursent les frais du plombage.

31° Tout fabricant qui expédie les sucres déclarés avant l'heure fixée par la déclaration est, indépendamment de l'amende, tenu de payer le droit, sur toute la quantité déclarée, au taux du tarif pour le sucre du troisième type, s'il ne raffine pas, ou au taux fixé pour les sucres en pains mélis ou quatre cassons, s'il est en même temps raffineur.

32° Les fabricants peuvent faire partir les sucres sans attendre la vérification des employés et sans encourir aucune surtaxe, si ces employés ne se présentent pas avant l'heure fixée pour l'enlèvement. Ils jouissent de la même faculté toutes les fois qu'ils ont d'avance fait vérifier et plomber les colis qu'ils veulent expédier.

33° Les bureaux de la régie délivrent des laisser-passer pour les sucres libérés d'impôt expédiés par d'autres personnes que les fabricants, lorsque les voituriers, bateliers ou autres conducteurs de chargements ont à les faire circuler au départ, à l'arrivée ou pendant le voyage, dans une commune où il existe une fabrique de sucre ou dans les communes limitrophes. La déclaration et le laisser-passer contiennent les mêmes indications que les acquits-à-caution, mais il n'est fait aucune mention de l'expéditeur.

34° Il ne peut être enlevé ni sirops, ni mélasses contenant encore du sucre cristallisable, qu'à destination d'une autre fabrique ou de magasins dans lesquels le destinataire se soumet à la prise en charge. Les sucres, sirops et mélasses ainsi expédiés doivent toujours être accompagnés d'un acquit-à-caution ; ils sont portés en sortie au compte de l'expéditeur, pourvu que l'acquit-à-caution ait été régulièrement déchargé. Dans ce cas, le compte de l'expéditeur est déchargé et celui du destinataire chargé de la quantité de sucre au premier type que représentent les sucres imparfaits, les sirops et les mélasses. Cette proportion est réglée de gré à gré entre l'expéditeur et la régie.

35° Les sucres exotiques, ainsi que les sucres indigènes sur

lesquels le droit de fabrication a été payé, qui sont introduits dans une fabrique, y sont tenus en compte pour mémoire, et le fabricant est affranchi à la sortie sur une quantité proportionnellement égale, suivant l'état où le sucre est expédié. Pour obtenir cette exemption, le fabricant est tenu de déclarer au bureau de la régie les sucres qui lui sont envoyés, et d'en faire reconnaître la quantité et le poids par les employés de la régie avant l'introduction dans la fabrique. (Cet *article* a été *annulé* par les dispositions de la loi du 31 mai 1846. Voir art. 25.)

36° Les sucres, sirops et mélasses cristallisables ne peuvent être enlevés des fabriques que de jour et transportés que dans des colis fermés, suivant les usages du commerce. Les colis doivent être du poids net d'au moins 100 kilogrammes chacun pour les caisses et futailles, et 50 kilogrammes pour les sacs. Toutefois, il peut être admis, comme appoint, un colis au-dessous de ce poids, pourvu que le chargement excède un quintal métrique. Les sucres qui ont été préalablement vérifiés et plombés par les employés peuvent être expédiés de nuit. Ces limites ne s'appliquent pas aux sucres candis; ils peuvent, quelle qu'en soit la nuance, être transportés en caisses de 25 kilogrammes au moins.

37° En cas d'enlèvement avec acquit-à-caution, les sucres, sirops et mélasses cristallisables doivent être conduits à la destination déclarée dans le délai porté sur l'expédition. Ce délai est fixé en raison des distances à parcourir et des moyens de transport. Il est prolongé, en cas de séjour en route, de tout le temps pendant lequel le transport a été interrompu. Le conducteur d'un chargement dont le transport est suspendu doit en faire la déclaration, au bureau de la régie, dans les vingt-quatre heures et avant tout déchargement. L'acquit-à-caution est conservé par les employés jusqu'à la reprise du transport. Il est visé et remis au départ. Les voituriers, bateliers et autres conducteurs de chargements qui transportent des sucres, sirops et mélasses cristallisables, dans les communes où il existe une fabrique de sucre, et dans les communes limitrophes, sont tenus d'exhiber, à l'instant même de la réquisition des employés des contributions indirectes, des douanes ou des octrois, les laisser-passer, acquits-à-caution et lettres de voiture dont ils doivent être porteurs.

38° Les mélasses qui ne contiennent plus de sucre cristallisé

ne sont soumises à aucune formalité, ni à l'enlèvement, ni à la circulation.

Payement du droit.— 39° Les fabricants de sucre sont tenus de payer, à la fin de chaque mois, les droits dus sur les quantités dont l'enlèvement a été déclaré pendant le mois, déduction faite de la tare réelle et d'une bonification de 2 pour 100 du poids net. Les sommes dues peuvent être payées en obligations dûment cautionnées, à quatre mois de terme du jour où le droit est exigible, pourvu que chaque obligation soit au moins de 300 francs. Si les fabricants veulent payer comptant, ils jouissent d'un escompte de 4 pour 100 par an, pour le temps que leurs obligations auraient à courir.

Pénalité.— 40° Toute contravention aux dispositions qui précèdent est punie d'une amende de 100 francs à 600 francs, indépendamment du payement des droits sur les quantités enlevées sans déclaration et de la confiscation des sucres, sirops et mélasses fabriqués, enlevés ou transportés en fraude... Les contraventions sont constatées et poursuivies dans les formes propres à l'administration des contributions indirectes.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Il suffit de soumettre à l'appréciation du bon sens et à l'examen du public impartial une série d'exigences aussi rigoureuses, pour que de telles dispositions soient aussitôt jugées à leur véritable valeur. Il est impossible de s'y méprendre, et une industrie soumise à un tel régime est condamnée à périr.

C'était évidemment la ruine de la sucrerie indigène que les instigateurs de la loi voulaient préparer; chaque mot de cette œuvre de rancune le démontre surabondamment.

De semblables dispositions légales n'auraient été que dures et sévères, (*dura lex, sed lex !*) si elles avaient été appliquées dans les colonies aussi bien qu'en France, si elles avaient frappé la production exotique aussi bien que la fabrication indigène. Mais la partialité et l'envie n'y auraient pas trouvé leur compte.

La sucrerie exotique, protégée par la surtaxe contre les sucres étrangers, protégée contre l'industrie de la métropole par des règlements impossibles, devait espérer l'anéantissement de sa *rivale.*

Jamais rien de semblable ne s'était passé dans aucun pays d'Europe ou d'Amérique, et la France, dont la place avait toujours été marquée à la tête des nations par son amour du progrès, semblait vouloir donner un éclatant démenti à son passé, et retourner en arrière vers une époque d'arbitraire et d'injustice.

La loi des 19 mars, 22 mai et 13 juin 1851 apporta quelques modifications à cette situation anormale : l'assiette du droit devait être basée sur les procédés de la saccharimétrie, les raffineries étaient exercées et soumises à la licence comme les fabriques productrices, enfin l'article 6 de cette loi *autorisait, à toute époque de la fabrication, l'introduction des sucres, sirops et mélasses de toute origine,* dans les raffineries annexées aux fabriques ou autres.

Mises à part différentes autres questions, cet article constituait un acte de justice, d'équité et de prudence ; son exécution, jointe à l'assimilation de la production coloniale et de la production indigène au point de vue du droit fiscal, pouvait sauver la sucrerie et la garantir contre les dangers qui la menaçaient...

Des fabriques-raffineries s'établirent avec des chances certaines de succès.

Moins d'un an plus tard, le 27 mars 1852, un décret anéantit toutes ces espérances et apporta la ruine où l'on avait dû compter sur les meilleurs résultats. Le retour aux types, la cessation de l'exercice pour les raffineries et l'abrogation de l'article 6 de la loi du 13 juin 1851 en sont les dispositions les plus saillantes. Les fabriques-raffineries devaient succomber, et la crise atteignit toute la fabrication indigène.

Un écrivain de mérite [1] analyse ainsi les faits de cette époque désastreuse et l'ensemble des règlements administratifs qui vinrent mettre le comble à la détresse de la fabrication française :

« Ce décret inattendu porta un coup terrible à la *sucrerie indigène, dont les charges s'aggravaient tous les jours*. La production s'abaissa à 68 millions de kilogrammes, tandis que *sa rivale des colonies, de plus en plus protégée* et parfaitement rétablie de

[1] M. B. Dureau, auteur d'un travail remarquable sur la fabrication du sucre de betterave.

la secousse de 1848, introduisit dans la métropole 71 millions de kilogrammes de produits nés du travail libre, 15 millions de plus qu'en 1851. Pour aggraver cette situation périlleuse, 34 millions de sucres étrangers, dont 14 seulement furent réexportés à l'état de raffinés, entrèrent dans nos ports. C'était donc un total de 159 millions mis à la disposition de la consommation, qui alors ne put les absorber. Dans le cours de la campagne, il y eut presque constamment 15 millions de sucre indigène en entrepôt ; il en restait 10 millions au 30 juin. La bonne quatrième tomba à 120 francs ; les raffinés, à 140. *Le gouvernement perdit une occasion rare de venir au secours de l'industrie sucrière et d'entrer dans le cœur de la question des sucres en diminuant les droits*. Cette mesure, d'une popularité non douteuse, eût continué de faire vivre les vingt fabriques qui succombèrent cette année dans le Nord. Toutes éprouvaient des pertes plus ou moins considérables. La situation de la sucrerie indigène se trouvait encore aggravée par la mauvaise qualité de la betterave depuis deux années. *Le rendement était évalué à un cinquième au-dessous de la moyenne*. Il se produisit des *manquants considérables,* dont le gouvernement fit la remise, mais qui prouvèrent le *vice du mode de prise en charge* et les *tracasseries* dont les fabricants peuvent être l'objet *pour des faits* se produisant tout à fait *en dehors de leur contrôle et de leur volonté*.

« Des règlements d'administration publique, sous la date du 1er septembre de la même année, complétèrent le décret du 27 mai 1852 et rendirent la position des fabricants de sucre indigène de plus en plus difficile. On se demande ce que diraient les raffineurs libres et les planteurs de nos colonies, instigateurs de ces règlements, si jamais ils leur étaient appliqués dans toute leur rigueur. L'article 1er obligeait les fabricants à *fournir aux employés un logement convenable dans l'intérieur de la fabrique* ou dans les bâtiments attenants. Cet article souleva les réclamations les plus vives et les plus motivées et ne tarda pas à être abrogé. Le reste du règlement fut maintenu dans toute sa rigueur. Comme il est bon qu'on sache quelle est la position morale de l'industrie indigène vis-à-vis de l'administration des contributions indirectes, avec laquelle elle a tant de rapports, nous croyons devoir en reproduire les dispositions principales.

« Les fabriques seront soumises à la *surveillance permanente* du service des douanes et des contributions indirectes. *Le fabricant disposera dans l'intérieur de la fabrique, pour servir de bureau aux employés, un local convenable*, de douze mètres carrés au moins, garni de chaises, de tables et d'un poêle ou d'une cheminée. Le loyer de ce bureau, fixé de gré à gré, est payé par l'administration des contributions indirectes. Les jours et fenêtres du magasin affecté au dépôt des sucres achevés seront garnis d'un treillis en fer dont les mailles auront cinq centimètres d'ouverture au plus. L'administration pourra exiger que tous les jours et fenêtres de la fabrique et des bâtiments attenants soient également garnis d'un treillis; *qu'il n'existe nulle communication intérieure entre la fabrique et la maison d'habitation;* que la fabrique et ses dépendances n'aient qu'une entrée habituellement ouverte, et que les autres portes soient fermées à deux serrures. La clef de l'une de ces serrures sera remise aux employés, et les portes ne pourront être ouvertes qu'en leur présence. *Le fabricant devra, lorsqu'il en sera requis, satisfaire à ces prescriptions dans le délai d'un mois. A défaut, les sucres fabriqués après l'expiration de ce délai seront considérés comme produits en fraude* et donneront lieu à l'application des peines prononcées par l'article 26 de la loi du 31 mai 1846[1]. *Les fabriques qui seront établies à l'avenir devront être séparées de tout autre bâtiment.* Tous les jours et fenêtres devront être garnis d'un treillis en fer, et il ne pourra y avoir qu'une porte principale habituellement ouverte, le tout conformément à ce qui est prescrit ci-dessus.

« Les contenances des vaisseaux déclarés seront vérifiées par le jaugeage métrique. Le fabricant fera apposer sur chacun des vaisseaux un numéro d'ordre et l'indication de la contenance en litres. Les numéros des vaisseaux et l'indication des contenances seront peints à l'huile, en caractères ayant au moins cinq centimètres de hauteur. Le fabricant tiendra un registre, qui servira à constater toutes les défécations, et y inscrira l'instant où le jus commencera à couler dans la chaudière, la date et l'heure du commencement de l'opération et la fin de la défécation. Un second registre servira à inscrire les résultats de la cuite et de la mise en forme des sirops,

[1] Art. 40 du résumé précédent, p. 652.

savoir, l'heure de l'empli, le nombre de formes ou de cristallisoirs. Les employés prendront en compte le volume des sirops versés dans les formes ou cristallisoirs, et les marqueront par une étiquette générale. Le fabricant ne pourra les déplacer qu'avec l'autorisation du service. Il sera fait une déclaration de lochage pour toutes les opérations de la journée. Les lochages ne devront avoir lieu que de jour. Les matières devant passer à la turbine seront déclarées par journées. *Le sucre obtenu ne pourra être enlevé qu'après vérification et prise en charge de son poids par le service.*

« Dans les fabriques où l'on raffine, le nombre et le poids des pains mis à l'étuve sera déclaré par le fabricant et vérifié par le service. La sortie de l'étuve devra aussi être préalablement déclarée. *Le service constatera et prendra en charge le nombre et le poids des pains retirés de l'étuve.* Les magasins à sucre n'auront qu'une porte fermée à deux serrures. Les employés garderont une des deux clefs, et *les magasins ne pourront être ouverts qu'en leur présence. Les refontes* seront déclarées par journées et *seront faites en présence des employés.*

« Pour la balance du compte général de fabrication, les sucres achevés seront ramenés au premier type, en ajoutant :

« 1° Aux quantités de nuance supérieure au premier type, 6k,667 pour 100 ;

« 2° Aux quantités de sucre raffiné, 17k,333 pour 100.

« Le droit sur le sucre raffiné, dans les fabriques-raffineries, sera dès lors établi en ajoutant 17,333 pour 100 à chaque cent kilogrammes de sucre raffiné, et en multipliant par le droit afférent au type, plus le dixième.

« Par dérogation à l'article 10 de la loi du 31 mai 1846, *les fabricants pourront*, à partir du jour où l'inventaire des défécations aura eu lieu, *recevoir des sucres achevés de toute origine, libérés de l'impôt ;* mais *l'obligation d'enlever les bas produits de la fabrique après le payement des droits, ou de les mettre sous scellé après l'inventaire, rend cette autorisation tout à fait illusoire :* il n'est pas de fabricant-raffineur qui voulût entreprendre deux liquidations de son travail dans un si court délai, l'une après le râpage, l'autre avant la reprise des travaux de la campagne suivante.

« Tel est, dans ses dispositions principales, ajoute M. Dureau, le règlement du 1er septembre 1852, qui détermine les

conditions de l'exercice dans les fabriques de sucre indigène. Nous devons en parler avec le respect que l'on doit aux lois de son pays ; mais nous ne pouvons cependant nous empêcher de déclarer qu'*il est bien rigoureux et tracassier*, et que *de telles prescriptions*, intervenant à notre époque dans le libre domaine du travail, *seront regardées par une génération*, peut-être *peu éloignée, avec l'étonnement que nous manifestons à la lecture des règles claustrales des anciens ordres monastiques*. Nous n'avons point, en France, la réputation d'avoir pour les lois fondamentales de notre pays ce respect traditionnel que l'on admire si justement chez les Anglais ; mais *nous supportons avec une résignation rare des tracasseries administratives qui mettraient un Anglo-Saxon hors de lui :* si on tentait d'appliquer en Angleterre ou aux Etats-Unis *un règlement aussi prodigieusement formaliste* que celui que nous venons d'analyser, il *soulèverait une opposition formidable, qu forcerait le gouvernement à le retirer* et prouverait le cas que l'on fait dans ces contrées de cette liberté d'allures, sans laquelle il n'est pas de véritable industrie. Pour notre part, nous pensons que le gouvernement modifiera ces *règlements inspirés par la défiance,* et qu'une législation plus large, plus généreuse, saura concilier les intérêts du Trésor avec la liberté et la dignité du travail. Le changement du mode de l'exercice a été et sera toujours un des vœux les plus légitimes de la fabrication du sucre de betterave ; espérons qu'il sera un jour favorablement accueilli. »

Nous nous associons de grand cœur à la plupart des idées de M. Dureau et, en particulier, à ces vœux chaleureux, à ces espérances qu'il émet pour l'avenir de la sucrerie, et nous sommes heureux de nous rencontrer avec lui en communauté d'opinions.

Voyons cependant quels sont les enseignements qui peuvent ressortir des faits.

Nous avons dit qu'aucune nation n'avait jamais rien offert de semblable aux mesures législatives et réglementaires de 1840, 1846 et 1851, relatives à la question sucrière ; cela est de toute vérité et l'on ne peut rencontrer en ce point de contradiction sérieuse. Les règlements de 1852 ont complété la série des dispositions rétrogrades qui ont frappé la sucrerie française.

Malgré tout cela, et peut-être à cause de cela même, la

France *semble* être appelée à entrer la première dans la voie réelle du progrès, si le légitime espoir que les bons esprits ont conçu arrive à la réalisation.

Au moment où nous mettions la dernière main à ce travail, l'Empereur publiait [1] un programme dont l'exécution entraînerait l'accomplissement de grandes améliorations, malgré les efforts des gens intéressés au *statu quo*. Ce document nous paraît d'une si haute importance, que nous en reproduisons les passages les plus explicites, afin de pouvoir faire suivre cette citation de quelques observations spéciales à la sucrerie. La lettre du chef de la nation française au ministre d'Etat est relative à la plupart des grands intérêts sociaux, mais on peut dire, sans crainte d'erreur, que la sucrerie y occupe une plus large place que beaucoup d'autres objets, à raison même de ses connexions avec l'agriculture. Nous en soulignons à dessein les passages qui se rapportent plus directement à notre objet et dont les expressions mêmes justifient ce que nous avons dit précédemment et ce qui nous reste à exposer sur cette matière.

«..... Depuis longtemps on proclame cette vérité, qu'il faut multiplier les moyens d'échange pour rendre le commerce florissant; que, *sans concurrence* [2], *l'industrie reste stationnaire et conserve des* PRIX ÉLEVÉS QUI S'OPPOSENT AUX PROGRÈS DE LA CONSOMMATION; que, sans une industrie prospère qui développe les capitaux, l'agriculture elle-même demeure dans l'enfance. Tout s'enchaîne donc dans le développement successif des éléments de la prospérité publique! Mais la question essentielle est de savoir dans quelles limites l'Etat doit favoriser ces divers intérêts, et quel ordre de préférence il doit accorder à chacun d'eux.

« Ainsi, avant de développer notre commerce étranger par l'échange des produits, *il faut améliorer notre agriculture et affranchir notre industrie de* TOUTES LES ENTRAVES INTÉRIEURES *qui la placent dans des conditions d'infériorité*. Aujourd'hui non-seulement *nos grandes exploitations sont gênées par* UNE FOULE DE RÈGLEMENTS RESTRICTIFS, mais encore le bien-être de ceux qui

[1] 8 janvier 1860.

[2] Il est naturel, selon nous, d'écarter de cette idée la pensée d'une concurrence étrangère, anglaise ou autre...

travaillent est loin d'être arrivé au développement qu'il a atteint dans un pays voisin...

« En ce qui touche l'agriculture, il faut la faire participer aux bienfaits des institutions de crédit : défricher les forêts situées dans les plaines et reboiser les montagnes, affecter tous les ans une somme considérable aux grands travaux de desséchement, d'irrigation et de défrichement...

« *Pour encourager la production industrielle, il faut affranchir de tout droit les matières premières indispensables à l'industrie*, et lui prêter, exceptionnellement et à un taux modéré, comme on l'a déjà fait à l'agriculture pour le drainage, les capitaux qui l'aideront à perfectionner son matériel.

« Un des plus grands services à rendre au pays est de *faciliter le transport des matières de première nécessité pour l'agriculture et l'industrie ;* à cet effet, le ministre des travaux publics fera exécuter le plus promptement possible les voies de communication, canaux, routes et chemins de fer qui auront surtout pour but d'amener la houille et les engrais sur les lieux où les besoins de la production les réclament, et il s'efforcera de *réduire les tarifs*, en établissant une *juste concurrence entre les canaux et les chemins de fer.*

« L'encouragement au commerce par la multiplication des moyens d'échange viendra *alors*[1] comme conséquence naturelle des mesures précédentes. *L'abaissement successif de l'impôt sur les denrées de grande consommation sera donc une nécessité,* ainsi que *la substitution de droits protecteurs au système prohibitif* qui limite nos relations commerciales.

« Par ces mesures, l'agriculture trouvera l'écoulement de ses produits ; l'*industrie, affranchie d'entraves intérieures*, aidée par le gouvernement, stimulée par la concurrence, luttera avantageusement avec les produits étrangers, et notre commerce, au lieu de languir, prendra un nouvel essor...

« Ainsi, en résumé : *Suppression des droits sur la laine et les cotons ;*

« *Réduction successive sur les sucres et les cafés ;*

« *Amélioration énergiquement poursuivie des voies de communication ;* . . . .

[1] Expression remarquable et digne de l'attention de l'observateur éclairé : *alors*, mais *alors seulement*...

« *Réduction des droits sur les canaux, et, par suite, abaissement général des frais de transport;*

« *Prêts à l'agriculture et à l'industrie;*

« *Travaux considérables d'utilité publique;*

« *Suppression des prohibitions;*

« *Traités de commerce avec les puissances étrangères...* »

Il est donc de toute évidence que les grands principes d'équité générale et les règles de l'économie politique sont à la veille de recevoir une pleine sanction de la pratique, et il n'est pas d'homme à la fois juste et intelligent qui ne s'associe de pensée à un tel programme.

Autant que toutes les industries, plus que plusieurs d'entre elles, *la fabrication sucrière est restée stationnaire et elle conserve des prix élevés qui s'opposent aux progrès de la consommation;* plus que toute autre industrie, *elle a besoin d'être affranchie de toutes les entraves intérieures et des règlements restrictifs qui la placent dans des conditions d'infériorité...*

Aussitôt que le programme impérial fut connu, il apporta aux uns l'espérance légitime de voir cesser leurs craintes; chez les autres, faut-il le dire ? il excita l'inquiétude et le souci. On n'allait peut-être plus pouvoir dévorer en paix cette pauvre sucrerie, et les regrets commençaient d'avance. Des comités firent des pétitions, des hommes favorisés par tout adressèrent des réclamations par toutes les voies, indirectes ou autres; on publia des factums, des mémoires, des brochures... Ceci est littéral, et le fait est facile à constater : ceux qui avaient le plus d'intérêt à voir maintenir le *statu quo* étaient les défenseurs quand même de la sucrerie exotique et les gens qui vivent de la raffinerie; ceux qui ont le plus crié contre les idées libérales du programme sont ceux qui ont le plus réclamé la liberté presque illimitée pour eux-mêmes, dans une autre époque...

Nous ne poursuivrons pas ce fait dans ses conséquences, nous le dévoilons seulement pour l'instruction des personnes qui seraient tentées de ne juger que la superficie des choses; mais il serait bientôt temps que les hommes dont la vie se passe à se draper dans leur valeur putative commençassent à comprendre que ces petites comédies de l'égoïsme et de l'avidité ne trompent plus personne.

Les pétitions, les réclamations, les démarches des mécon-

tents et de leurs comités n'empêchaient pas le projet de la loi nouvelle de s'élaborer sur des bases d'égalité et de justice. Assimilation de la production exotique et de la fabrication indigène, diminution de la surtaxe, destruction des principaux obstacles qui empêchaient la fabrication de raffiner ses produits, tels étaient les chefs les plus remarquables de cette loi qui fut adoptée le 19 mai 1860 par le Corps législatif et promulguée le 23 du même mois. En voici le texte :

« Art. 1er. A partir du 24 mai prochain, les droits sur le sucre seront établis ainsi qu'il suit :

Sucre	Non raffiné et non assimilé au raffiné..	Indigène.............		25 fr.	les 100 kil.
		Par navires français.	Des colon. françaises.	25 fr.	
			D'ailleurs, hors d'Europe.....	28 fr.	
			Des entrepôts......	34 fr.	
		Par navires étrangers...		39 fr.	
	Raffiné dans les fabriques de sucre indigène non abonnées et dans les colonies...........			Mêmes droits que ci-dessus augmentés de 2 fr. 50 c. par 100 kil.	
Mélasse des colonies françaises...............				7 fr.	les 100 kil.

« Art. 3. Toutefois, les sucres des colonies françaises jouiront de la détaxe de 3 francs par 100 kilogrammes, établie à leur profit par la loi du 28 juin 1856, jusqu'au 30 juin 1866.

« La taxe différentielle de provenance établie par l'article 9 de la loi du 13 juin 1851, à l'égard des sucres importés des colonies françaises au delà du cap de Bonne-Espérance, continuera à subsister jusqu'au 30 juin 1864. A partir de cette époque, cette taxe différentielle sera réduite à 1 fr. 50 c. jusqu'au 30 juin 1865, époque à laquelle elle sera supprimée.

« Art. 4. Tout fabricant de sucre pourra contracter avec l'administration des douanes et des contributions indirectes un abonnement par lequel il s'obligera à acquitter le montant des droits sur la prise en charge à la défécation.

« Cette prise en charge sera établie au chiffre minimum de 1,425 grammes par hectolitre de jus et par degré du densimètre. Les sucres, sirops et mélasses provenant de toute fabrique abonnée seront assimilés aux sucres libérés d'impôt.

« Les fabriques-raffineries abonnées pour leur fabrication

seront assimilées, pour les opérations du raffinage, aux raffineries non exercées.

« Un règlement d'administration publique déterminera les conditions auxquelles les abonnements prévus par le premier paragraphe du présent article pourront être contractés.

Prime à l'exportation des sucres raffinés.

« Art. 7. Le premier type actuel est maintenu en ce qui concerne les sucres destinés à l'exportation après raffinage. Les droits payés à l'importation des sucres de nuance égale ou inférieure à ce type seront restitués, à l'exportation des sucres raffinés, dans les proportions suivantes, lorsqu'on justifiera, par des quittances n'ayant pas plus de quatre mois de date, que lesdits droits ont été acquittés pour des sucres importés directement par navires français des pays hors d'Europe :

ESPÈCES DE SUCRES		QUANTITÉS à exporter.	MONTANT de la prime.
DÉNOMMÉS dans les quittances.	EXPORTÉS.		
Sucre de nuance égale ou inférieure au premier type	Sucre mélis, ou quatre cassons, entièrement épuré et blanchi......, Sucre candi sec et transparent....	76 kilogrammes.	Le droit, décime compris, payé pour 100 kilogrammes de sucre de nuance égale ou inférieure au type, suivant la quittance représentée.
	Sucre lumps, sucre tapé de nuance blanche.	80 kilogrammes.	

« Art. 8. Le droit ne sera pas dû sur le sucre brut indigène qui sera exporté à l'étranger.

Dispositions transitoires.

« Art. 9. La restitution des droits à l'exportation des sucres raffinés, dont le payement sera justifié par des quittances antérieures à la promulgation de la présente loi et n'ayant pas plus de quatre mois de date, se fera sur les bases de l'ancien tarif, d'après le rendement fixé par la loi du 30 juin 1856, et aura lieu, savoir :

« Pour le sucre colonial, pendant les trente jours qui suivront la promulgation de la présente loi ;

« Et, pour le sucre étranger, pendant les soixante-dix jours qui suivront cette promulgation. »

Un décret impérial, du 4 août 1860, règle les conditions de l'abonnement pour les fabriques-raffineries ; voici le texte de ce document :

« TITRE I[er]. — *Conditions de l'abonnement*. — ART. 1[er]. Chaque année, un décret impérial rendu dans la forme des règlements d'administration publique, et publié avant le 1[er] septembre, détermine, pour les fabriques abonnées, le chiffre de la prise en charge à la défécation.

« ART. 2. Le fabricant de sucre qui veut contracter un abonnement avec l'administration doit, quinze jours au moins avant de commencer les travaux, adresser sa demande au directeur des contributions indirectes du département. — Cette demande indique : 1° les nom et demeure du fabricant, et la commune où la fabrique est située ; 2° la soumission d'acquitter le montant des droits sur la prise en charge déterminée par le décret susénoncé ; 3° la déclaration que la fabrique de sucre se trouve dans les conditions déterminées par le présent règlement.

« ART. 3. Le fabricant de sucre ne peut être admis à l'abonnement qu'autant que sa fabrique est établie dans les conditions déterminées par les articles suivants.

« ART. 4. Les râpes, les presses et généralement tous les instruments ou ustensiles employés à l'extraction du jus, ainsi que le récipient ou le monte-jus, doivent être réunis dans le même atelier.

« ART. 5. Le jus sera dirigé directement de l'atelier d'extraction dans les chaudières à déféquer. — Les tubes, tuyaux et autres conduits servant à amener les jus soit dans le récipient ou le monte-jus, soit dans les chaudières à déféquer, doivent être isolés et mis en évidence dans toutes leurs parties.

« ART. 6. La partie du tuyau de la pompe du récipient ou tuyau du monte-jus, qui aboutit aux chaudières de défécation, doit être munie d'un robinet conforme au modèle déterminé par l'administration. — Ce robinet est fermé au moyen d'un cadenas fourni par l'administration.

« ART. 7. Le récipient et le monte-jus seront placés sur des supports ayant 30 centimètres au moins d'élévation au-dessus du sol ; il doit exister autour de ces vaisseaux une place vide de 65 centimètres au moins. — Ces conditions ne sont pas applicables au récipient s'il est en pierre et d'une seule pièce.

« ART. 8. L'ouverture du récipient doit être masquée par une trappe fermant au moyen d'un cadenas fourni par l'administration, et dont les employés seuls ont la clef. — La trappe ne peut être ni demeurer ouverte qu'en présence des employés. — Le jus ne peut être introduit dans le récipient que par un orifice garni à l'intérieur d'un treillis en fil de fer dont chaque maille ait au plus 9 centimètres carrés d'ouverture. Ce treillis est fixé sur un cadre de même métal placé à demeure.

« ART. 9. Les chaudières à déféquer doivent être réunies dans un seul atelier, et disposées de manière que les employés de l'administration y aient facilement accès de tous côtés. — L'extrémité du robinet de chargement ne peut descendre plus bas que le niveau des bords de la chaudière. — L'extrémité du robinet de décharge doit être en évidence, et un espace de 5 centimètres au moins doit exister entre ce robinet et les bords du conduit au moyen duquel le jus déféqué est dirigé sur les filtres. — Si la défécation a lieu à la vapeur, les chaudières à déféquer doivent être munies d'un appareil destiné à fermer le robinet de décharge. Cet appareil est fourni par le fabricant, d'après le modèle arrêté par l'administration.

« ART. 10. L'intérieur des chaudières à déféquer doit être garni de deux bandes en cuivre indiquant la limite des neuf dixièmes de la contenance du vaisseau.

« ART. 11. Pendant la campagne de 1860-1861, le ministre des finances pourra dispenser les fabricants de sucre des obligations imposées par les articles 4, 5, 7 et 9 ci-dessus.

« TITRE II.—*Des travaux de défécation et de la prise en charge dans les fabriques abonnées.* — ART. 12. Huit jours au moins avant le commencement des travaux, le fabricant abonné adresse au directeur de la circonscription une déclaration indiquant : 1° la date du commencement des travaux de défécation ; 2° les heures de travail ; 3° le nombre et la capacité des récipients destinés à recevoir le jus avant la défécation ; 4° les conduits existant entre les récipients et les chaudières à défé-

quer; 5° le nombre, le numéro et la capacité des chaudières à déféquer ; 6° les procédés qui seront employés pour l'extraction et la défécation du jus ; 7° la description et la destination des ateliers, bâtiments, magasins et autres locaux enclavés dans l'enceinte de la fabrique.

« Art. 13. Si, pendant le cours des travaux de défécation, le fabricant veut changer les heures de travail, modifier le procédé d'extraction du jus, suspendre ou cesser les travaux, il doit en faire la déclaration au chef de service de la fabrique trois jours à l'avance. — En cas de suspension ou de cessation des travaux de défécation, les râpes, le récipient, le monte-jus et les chaudières à déféquer sont mis sous les scellés.

« Art. 14. Dans chaque fabrique abonnée, il est tenu un registre servant à constater, sans interruption ni lacune, toutes les défécations qui ont lieu successivement. — Le fabricant y inscrit à l'instant même où le jus commence à couler : 1° le numéro de la chaudière ; 2° la date et l'heure du commencement de chaque défécation ; 3° l'heure à laquelle elle est complétement terminée. — Le jus ne peut être introduit dans les chaudières au delà de la limite qui marque les neuf dixièmes de leur contenance.

« Art. 15. Avant que la chaux ne puisse être versée dans la chaudière, la densité du jus est reconnue par les employés chargés de la surveillance et constatée par eux sur le même registre des défécations. — Chaque jour le registre des défécations est arrêté par le chef de service de la fabrique, et les quantités de jus déféquées, ainsi que leur densité, sont prises en charge au portatif.

« Art. 16. Les chaudières à déféquer doivent être chargées suivant le rang que leur assigne leur numéro. — Si une chaudière à déféquer ne peut fonctionner à son tour, le fabricant en fait la déclaration, en indiquant le motif au registre des défécations. — Cette indication est visée par les employés de service aux défécations.

« Art. 17. Le volume de jus servant de base à la prise en charge est représenté par les neuf dixièmes de la capacité totale des chaudières à déféquer. Il n'est accordé, sur cette base, aucune déduction, à moins de perte matérielle constatée par les employés avant la défécation.

« Art. 18. Aucune partie du jus non déféqué ne peut exis-

ter ailleurs que dans le récipient, le monte-jus ou les chaudières à déféquer, ni être mélangée avec des sirops du jus déféqué ou des écumes provenant de la défécation.

« TITRE III. — *Liquidation et payement des droits.* — ART. 19. Pendant le cours des opérations de défécation, les droits sur les quantités de sucre prises en charge seront acquittés tous les trente jours, jusqu'à concurrence de moitié des quantités constatées par les agents de l'administration.

« ART. 20. Après l'achèvement des défécations, les comptes seront arrêtés et le fabricant payera immédiatement le complément des droits constatés à sa charge. — Les règles et conditions relatives à l'escompte et à la concession des crédits dans les fabriques de sucre non abonnées sont applicables aux fabriques abonnées.

« TITRE IV. — *Dispositions générales.* — ART. 21. Après la cessation des travaux de défécation, les fabriques abonnées resteront soumises aux visites autorisées par l'article 6 de la loi du 31 mai 1846. — Les agents de l'administration auront, en outre, le droit de vérifier les liquides et les matières contenues dans les vaisseaux ou réservoirs de la fabrique. S'il résulte de cette vérification des indices de fraude, il sera procédé au recensement des produits fabriqués ou en cours de fabrication.

« ART. 22. Pendant la durée des travaux de défécation, le fabricant est tenu de mettre à la disposition des employés, de chauffer, d'éclairer et d'entretenir, pour servir de bureau, un local convenable, de 12 mètres carrés au moins de superficie, garni d'une table et de chaises. Ce local doit être établi dans l'atelier de défécation ou y être contigu. — Le prix du loyer de ce bureau sera fixé de gré à gré, et, à défaut de fixation amiable, réglé par le préfet du département.

« ART. 23. Lorsqu'une fabrique non abonnée passera sous le régime de l'abonnement, les droits devront être préalablement acquittés sur tous les produits imparfaits existant dans l'usine, d'après les résultats du dernier inventaire. Les sucres achevés seront pareillement acquittés ou expédiés sur un entrepôt avant le commencement des travaux de la campagne pour laquelle l'abonnement aura été contracté.

« Lorsqu'une fabrique cessera d'être abonnée, tout produit achevé ou imparfait, imputable à la campagne pendant la-

quelle il aura été usé de l'abonnement, devra être enlevé avant la reprise des travaux de la nouvelle campagne.

« Art. 24. Toutes les dispositions du présent règlement sont et demeurent applicables aux fabriques-raffineries qui seront admises à contracter un abonnement.

« Art. 25. Toute infraction aux dispositions du présent règlement sera punie des peines prononcées par l'article 26 de la loi du 31 mai 1846.

« Art. 26. Les dispositions du règlement d'administration publique du 1er septembre 1852 et des règlements antérieurs, auxquelles il n'est pas dérogé par le présent règlement, demeurent applicables aux fabriques abonnées... »

Enfin, par décrets du 11 août 1860, il est disposé que, dans les fabriques-raffineries non abonnées, les sucres raffinés seront admis dans la balance du compte général de fabrication, en ajoutant 10 pour 100 aux quantités fabriquées. Les sucres bruts de toute nuance livrés au raffinage, dans les raffineries exercées, donneront ouverture à un crédit de fabrication à raison de 90 kilogrammes de sucre pur pour 100 kilogrammes de sucre brut... Le chiffre de 1,425 grammes de sucre non raffiné par hectolitre de jus et par degré du densimètre est fixé pour la prise en charge dans les fabriques abonnées, pendant la campagne 1860-1861...

Telles sont les bases réglementaires sur lesquelles repose aujourd'hui la fabrication française, et nous devions les mettre dès maintenant sous les yeux du lecteur, afin d'en indiquer rapidement les avantages et les inconvénients.

En résumé :

1° Le droit similaire est fixé en principe à 25 francs pour le sucre brut non raffiné ou non assimilé au raffiné, quelle qu'en soit l'origine française, indigène ou coloniale.

2° Une surtaxe de 3 francs et de 4 francs est frappée sur les sucres étrangers introduits par navires français.

3° Les sucres de toute provenance introduits par navires étrangers sont frappés d'une surtaxe de 14 francs.

4° Les raffinés indigènes ou coloniaux, fabriqués dans les usines non abonnées, sont soumis à une surtaxe de 2 fr. 50 c. par 100 kilogrammes.

5° Les mélasses des colonies sont soumises à un droit de 7 francs par 100 kilogrammes.

6° La prime des raffinés réexportés se règle ainsi : 76 kilogrammes de sucre mélis ou de sucre candi, ou bien 80 kilogrammes de lumps, etc., ont droit à la restitution du droit et décime payé pour 100 kilogrammes de sucre brut égal au plus au premier type.

7° Le sucre brut indigène est exempt du droit lorsqu'il est exporté à l'étranger.

8° L'exercice subsiste dans les fabriques non abonnées.

9° Il est supprimé dans les fabriques abonnées; mais les dispositions réglementaires qui indiquent les formalités à suivre pour le remplacement de ce mode rendent presque illusoire cette concession.

Le règlement cumule, en effet, des mesures très-rigoureuses à observer par le fabricant, dont quelques-unes sont de toute impossibilité, avec des visites et des tracasseries conditionnelles que l'on aurait pu supprimer sans grand inconvénient.

Nous avons maintenant à tracer rapidement les observations qui sont de nature à se présenter forcément à l'esprit de tout homme impartial. Ces observations peuvent se réduire à quelques chefs principaux :

1° L'impôt est exagéré, et, malgré la réduction apportée par la loi du 23 mai, il représente encore une anomalie inconcevable.

2° L'assiette de l'impôt est vicieuse et pèche par la base.

3° L'exercice est une mesure désastreuse, qui n'a pas de raison d'être à notre époque.

Exagération de l'impôt. — Les droits fiscaux sur les sucres bruts sont presque aussi élevés que le prix de revient de ces mêmes sucres fabriqués; ils représentent plus que le prix de revient de la betterave en France, en sorte qu'une famille qui consomme 50 kilogrammes de sucre par an est frappée d'un impôt indirect de plus de 18 francs. On comprend que, dans un tel état de choses, la consommation ne peut s'étendre; que la concurrence, au lieu d'être utile, écrase le fabricant, sans parler de l'intérêt même du Trésor, qui trouverait plus d'avantage à ne percevoir qu'un droit deux fois moindre sur une consommation cinq fois plus considérable.

Supposons, en effet, que la consommation française, qui n'est que de 120 millions de kilogrammes, soit $3^k,33$ par tête,

s'élève au niveau de la consommation anglaise (15 kilogrammes par tête) ; elle monterait à 540 millions de kilogrammes... Le Trésor, *dans les conditions actuelles*, ne fait pas entrer dans ses caisses plus de 33 millions de francs au maximum ; tandis que dans le cas de l'impôt ramené à 10 francs par 100 kilogrammes de sucre *consommable et vendable au public*, il aurait à encaisser près du double, soit 54 millions de francs, non compris le produit accessoire de la surtaxe, etc.

Et certes, on ne peut pas objecter que la consommation serait de longues années avant d'atteindre ce chiffre ; l'exemple de l'Angleterre est là pour répondre et nous avons en France même un fait récent dans les succès obtenus par la réduction des tarifs pour le transport des lettres. Cette réduction a plutôt enrichi l'Etat qu'elle ne l'a appauvri.

Il est, d'ailleurs, d'observation constante, que lorsqu'il s'agit de denrées alimentaires ou de produits de première nécessité, le calcul le plus habile ne consiste pas à exagérer les droits, mais à encourager la production et la consommation par leur réduction. Au point de vue moral, le droit antérieur et imprescriptible de *vivre* pour tous doit faire regarder comme une iniquité criante l'établissement de taxes immodérées sur les objets nécessaires à la vie. Les choses de luxe ou de futilité, les produits abusifs ou même nuisibles offrent un champ assez vaste à l'impôt, pour que, dans un temps donné de justice, de modération et de sagesse, les gouvernements comprennent la nécessité indispensable de réduire progressivement et équitablement toutes les taxes qui surchargent l'alimentation publique.

On se rappelle les dispositions généreuses du décret par lequel l'empereur Napoléon créa en France l'industrie des sucres ; mais, à l'époque de la Restauration, en présence des réclamations incessantes de gens intéressés, cette grande œuvre fut l'objet d'une sorte de persécution.

Depuis lors, la *question des sucres* a toujours été en litige ; ce joyau de l'industrie française a été souillé par les plus tristes débats et avili par des passions d'autant plus redoutables qu'elles avaient l'intérêt pour mobile.

Aujourd'hui cependant que le progrès et l'amélioration en toutes choses sont à l'ordre du jour, depuis surtout que le pouvoir applique sa force vers le bien général de la nation, nous

pouvons raisonnablement espérer qu'une situation normale va bientôt s'ouvrir pour l'industrie des sucres et la faire entrer dans une ère nouvelle de prospérité. La loi de 1860 a commencé d'utiles réformes, mais il s'en faut de beaucoup encore que l'impôt sur le sucre soit ramené à ses véritables limites de modération. Quelques mots suffiront à le faire comprendre :

1° 1,000 kilogrammes de betteraves coûtent en agriculture de 9 fr. 50 c. à 12 francs, soit 10 fr. 75 c. en moyenne, ci . . . . 10 fr. 75 c.

2° Ces 1,000 kilogrammes représentent, en fabrication française, 50 kilogrammes de sucre, dont l'impôt est de 13 fr. 75 c., décime compris, ci. . . 13 75

3° Il convient d'ajouter la surtaxe du raffinage sur ces 50 kilogrammes, lesquels doivent rendre au moins 38 kilogrammes de sucre mélis, ce qui donne, à 2 fr. 50 c. par 100 kilogrammes, 1 franc, ci . . . . 1 »

On voit, par ce détail, que le fisc fait entrer dans ses coffres au moins 14 fr. 75 c. pour une matière première dont le prix de revient est de 10 fr. 75 c... Nous croyons que la raison conseillerait au plus un impôt de 10 francs par 100 kilogrammes de sucre, ce qui donnerait encore lieu au droit énorme de 50 pour 100 calculé *ad valorem* sur le prix de revient de la matière saccharifère.

Un tel impôt serait juste et équitable, s'il frappait sur les vêtements de fantaisie, sur les chiens, chevaux et équipages de luxe, etc.; mais il est contraire à tout principe de prudence, en s'attachant aux denrées alimentaires. Réduit à la proportion que nous venons d'indiquer, il ne pourrait être considéré que comme une mesure de transition, et tout porte à croire que les idées libérales du gouvernement actuel conduiront à une diminution progressive plus radicale.

On ne peut objecter ici les intérêts du Trésor... Les vins fins et les liqueurs alcooliques, le tabac, la soie, les bijoux, les objets de luxe et de fantaisie peuvent donner à l'Etat en six mois une source de revenus considérables, près desquels l'impôt sur les sucres et sur les autres denrées de consommation générale ne serait plus qu'un accessoire négligeable. Les milliers d'individus qui promènent leur indolence fastueuse dans

de riches voitures, ou sur des chevaux de prix, peuvent très-bien, sans injustice, supporter les charges de l'Etat en proportion convenable... C'est le contraire qui se pratique aujourd'hui; c'est sur la consommation de la masse, de la multitude, que toutes les spéculations basent leurs calculs, et les droits fiscaux ne diffèrent pas en cela de tout le reste.

Nous savons que cette opinion, nettement exprimée, ne sera pas approuvée de tous et que plusieurs s'élèveront contre notre manière de voir. Qu'importe cependant, s'ils ne peuvent en contester la justesse? Nous ne cherchons à flatter personne, pas plus les masses que les individualités; mais nous croyons que les mots *devoir, justice*, *humanité*, représentent des idées sérieuses et ne sont pas des expressions vides de sens, une lettre morte pour personne. Ils nous paraissent obliger tout le monde, les gouvernants et les gouvernés, sans que l'on puisse se soustraire honorablement aux obligations qu'ils imposent.

Mauvaise assiette de l'impôt. — Ce n'est pas assez que la taxe soit exagérée encore aujourd'hui, et qu'elle l'ait toujours été antérieurement jusqu'à des limites incroyables, l'assiette de cet impôt est encore vicieuse de tous points et pèche par la base.

En effet, *la taxe repose sur la densité des jus avant la défécation,* ce qui constitue l'erreur la plus flagrante au préjudice du fabricant et du consommateur. Ce mode d'évaluation conduit à d'étranges résultats dont nous donnons un aperçu dans le compte suivant.

Compte de prise en charge pour une défécation de 1,500 *litres de jus à* 6° *de densité.*

1° 15 hectolitres × 6° × 1^{k},425 donnent une prise en charge de 128^{k},250.

2° Admettons une fabrique faisant 50 défécations par jour de travail pendant 100 jours : nous aurons 128.25 × 50 × 100 = 641,250 kilogrammes.

Dans ces conditions, le fabricant sera responsable envers l'Etat de l'impôt sur 641,250 kilogrammes de sucre, qu'ils existent ou non dans ses jus. Nous supposons *gratuitement* une

densité moyenne égale pendant toute la campagne, cette hypothèse n'infirmant en rien notre raisonnement.

Il était reconnu dès le temps de Chaptal qu'après la défécation, *le suc pèse de 1 degré à 1 degré 1/2 de moins qu'auparavant*... Pourquoi ne pas faire défalcation de cette différence et *pourquoi compte-t-on pour sucre,* au fabricant, *les matières étrangères* qui seront éliminées par la chaux?... A ce compte, on trouve que la prise en charge pour une campagne est augmentée de 133,593^k,75 au-dessus de ce qu'elle devrait être, en comptant la diminution moyenne pour 1°,25.

Un employé de l'administration contestait un jour devant nous ce fait admis par tous les gens sérieux, et comme il plaidait une cause où il était presque juge et partie, il ne voulait entendre à rien..., il avait vu, disait-il!...; *Cet homme avait cru voir, mais il n'avait pas observé.* En effet, un jus donné, traité par la quantité de chaux *strictement nécessaire pour la défécation, perd toujours de sa densité* en proportion des matières éliminées par la chaux; ceci est presque puéril à force d'être inattaquable.

Mais aujourd'hui que l'*on emploie généralement plus de chaux*, qu'une partie de cette substance se dissout à l'état de *sucrate de chaux,* la densité *apparente* augmente d'autant; quelquefois même elle dépasse le chiffre constaté avant la défécation.

Il va de soi qu'il y aurait autant d'injustice à compter pour sucre la chaux que l'albumine, les sels, etc., et que, sous tous les rapports, l'assiette de l'impôt, sur l'appréciation de la densité, est placée dans les plus mauvaises conditions possibles. En résumé :

1° *On ne peut rien conclure de la densité prise avant la défécation*, puisque, dans ce mode, on fait le tort au fabricant de lui compter pour sucre des matières étrangères, azotées ou salines, qui ne lui en rapporteront pas un atome. Dans les chiffres précédents pris pour exemple, ce serait une somme de 36,738 francs que l'on ferait rentrer indûment dans les caisses fiscales.

2° *On ne peut rien conclure de la densité prise après la défécation,* à moins que cette opération n'ait lieu dans des conditions absolues d'exactitude chimique, qu'il est impossible d'atteindre en fabrication courante. En fait, la densité des jus n'est pas dans la même proportion que le sucre dans la betterave;

ainsi, nous extrayons les données suivantes d'un travail de M. Corenwinder, que nous publierons *in extenso* dans nos notes justificatives.

Rapports du poids des jus avec leur richesse saccharine[1].

Densité.	Poids du litre.		Richesse saccharine.		
3° à 4°	1030	grammes.	50.47	à	60.59...
	1032	—		72.47.	
	1036	—	70 97	à	72.47
	1037	—	63.40	à	83.05...
	1038	—	70.82	à	85 60...
	1039	—		67.50...	
4° à 5°	1040	—	61.76	à	88.94...
	1042	—		92.23...	
	1043	—	82 00	à	97.17...
	1044	—	85.81	à	98.00...
	1045	—	90.60	à	113.64...
	1046	—	84.00	à	102.12...
	1047	—		102.12...	
	1048	—	98.82	à	126 82...
	1049	—	98 00	à	107.00
5° à 6°	1050	—	106.05	à	113.64
	1051	—	98.82	à	108.67
	1052	—	108.70	à	120.23...
	1054	—	113.83	à	126.82...
	1055	—	108.70	à	115.20
	1056	—	92.23	à	116.90

Dans les *minima*, 1036 et 1038 (poids du litre) donnent les mêmes résultats à peu près ; on a également similitude presque absolue quand on compare 1037 avec 1040, 1044 avec 1046 et 1056!... 1048 avec 1049 et 1056!... 1050 avec 1052 et 1055...

Dans les *maxima*, on trouve des différences très-analogues, en sorte que l'on peut établir le tableau suivant :

Richesse saccharine du litre de jus.	Poids du litre correspondant.
50gr,47	1030 grammes.
60 ,59	1030
61 ,76	1040
63 ,40	1037
67 ,50	1039
70 ,82	1038
70 ,97	1036
72 ,47	1032 et 1036
82 ,00	1043
83 ,05	1035
84 ,00	1046
85 ,60	1038

[1] Nous avons fait suivre de points les résultats les plus frappants.

Richesse saccharine du litre de jus.	Poids du litre correspondant.
85gr,81	1044 grammes.
88 ,94	1040
90 ,60	1045
92 ,23	1042 et 1056
97 ,17	1043
98 ,00	1049
98 ,82	1048 et 1051
102 ,12	1047
106 ,05	1050
107 ,00	1049
108 ,67	1051
108 ,70	1052 et 1055
113 ,64	1045 et 1050
113 ,83	1054
115 ,20	1055
116 ,90	1056
120 ,23	1052
126 ,82	1048 et 1054

En présence de faits de cette nature, et de l'inconséquence qui a présidé à l'assiette de l'impôt des sucres, assiette maintenue par la nouvelle loi, on ne peut plus hasarder d'objections plausibles, et pourtant ce n'est pas tout encore. Pourquoi frappe-t-on la fabrication dans *toute sa durée*, dans *tous ses détails*, dans *toute son essence*, plutôt que de frapper *la matière première?*... Pourquoi les hommes de l'administration n'ont-ils pas pris sur eux, pour secouer leurs préjugés et voir les choses impartialement? Il ne faut pas se contenter d'une *bonne volonté stérile*, d'une *honnête et loyale ignorance*, lorsqu'il suffirait d'un peu d'*activité* et d'*instruction* pour soulever les montagnes de la routine, et, il faut le dire, du *parti pris* de ne rien voir, mais surtout de ne rien comprendre...

Nous verrons plus loin quels seraient les moyens praticables de remplacer cette anomalie par des mesures de salut pour l'industrie sucrière aussi bien que de lucre pour le fisc. On n'a jamais rien à perdre à n'exiger que le juste, dans des limites exécutables.

Ainsi, il est parfaitement entendu que l'impôt, *assis sur la densité des jus*, constitue une faute grave au détriment de l'industrie et de la consommation ; il nous reste, sur ce sujet, une observation à faire, laquelle rentre à la fois dans l'idée de l'exagération de la taxe et de sa mauvaise assiette.

La prise en charge de 1425 grammes par hectolitre et *par*

degré est trop forte, intrinsèquement d'abord dans la plupart des cas, et ensuite parce que l'on compte dans la densité tous les produits solubles étrangers au sucre.

Pourquoi l'a-t-on portée à ce taux, lorsque l'ordonnance du 24 août 1840 ne l'avait portée qu'à 12 hectogrammes[1] ?... Il est parfaitement démontré aujourd'hui que, par les moyens ordinaires, le fabricant ne peut extraire tout le sucre renfermé dans ses jus, et que les mélasses dites épuisées contiennent encore environ la moitié de leur poids de sucre cristallisable qu'on ne peut éliminer économiquement. Dans de telles conditions, il y aura infailliblement des manquants toutes les fois que les jus ne pèseront pas au moins 5° au densimètre, et encore cette densité ne prouve-t-elle rien *à priori*.

Or, il y a telles contrées et telles années où les jus ne dépassent pas en moyenne la densité de 3° à 3°,5, et le fabricant est exposé, dans ce cas, à une ruine imminente...

Déjà bien des réclamations ont été élevées contre un tel abus, mais jusqu'à présent les plaintes les plus justes et les mieux fondées ont été inutiles ; personne ne s'en est occupé, et la situation de la sucrerie, toujours de plus en plus tendue, a fini par devenir tout à fait aléatoire.

Exercice, sa permanence. — Voilà un fabricant *qui achète de son argent* ses betteraves, qui supporte des frais généraux et de fabrication énormes ; il paye au fisc une somme considérable pour avoir le droit de fabriquer du sucre... Cet homme ne sera pas même chez lui ; il aura nuit et jour trois surveillants, dont la mission semble être de lui apporter en tout et partout des entraves, de lui trouver quelque misère, quelque contravention, quelque matière à procès-verbal, à amende!... On aurait dit cela en 1811, qu'on aurait crié à l'absurde, à l'impossible ; et cependant cela est.

Le fabricant n'a-t-il pas le droit de dire :

« *J'ai payé* ma matière première, *je paye* l'impôt, *je paye* mes ouvriers, mes appareils, etc... J'ai le droit de jeter mes matières premières, si bon me semble : elles sont à moi ! En tout cas, j'ai le droit de diriger mon travail comme il me plaît; j'ai le droit d'améliorer mes procédés, ou de rester stationnaire dans une méthode plus ou moins rationnelle ! »

[1] On ne peut pourtant pas arguer du *bon état* des finances de cette époque, ni de la bonne volonté parlementaire pour la sucrerie indigène...

Rien de plus juste, *en apparence*, que les idées de cet honnête manufacturier ; mais le fisc s'empresse de lui répondre et d'anéantir ses prétentions. Sans prendre souci des meilleures raisons, sans se préoccuper des règles les plus élémentaires de la plus simple convenance, au mépris de la liberté et de la dignité du travail..., il s'installe chez le fabricant, il le force à poursuivre le sucre jusque dans ses derniers résidus...

Il lui est interdit d'en faire autre chose !...

En effet, si, *par hasard*, le fisc a évalué la valeur saccharine des jus plus haut qu'il ne convient, il n'entend pas avoir tort et l'industriel doit *payer les manquants;* le service tient à les constater. Si, au contraire, le fisc s'est trompé à son désavantage, comme il ne veut pas perdre, il fera payer son erreur par des *excédants,* qu'il tient encore à constater. Si le fabricant n'est pas satisfait, on le ramènera à l'ordre par les amendes, etc. Il supportera un tarif injuste et exagéré, on lui imposera la présence d'agents subalternes ; il ne fera que ce que l'on voudra et comme on voudra ; on lui ôtera toutes les chances de profiter des excédants, mais on lui fera payer les manquants, et l'on torturera son industrie jusqu'à ce qu'elle ait payé le maximum possible...

Cette fiction n'est que la peinture de la vérité.

Si, par exemple, le fabricant a une prise en charge de 10,000 kilogrammes, qu'il retire 5,000 kilogrammes de sucre brut, il en obtiendra décharge; mais il lui demeure 10,000 ou 12,000 kilogrammes de mélasses, renfermant ou devant renfermer les 5,000 kilogrammes restant; sa prise en charge reste grevée de 5,000 kilogrammes. Ces mélasses restent confiées à la surveillance du fisc ; il a les clefs dans sa poche, personne n'y peut toucher sans lui. Le temps, les réactions chimiques font leur effet, et ces mélasses, auxquelles le fabricant n'a pas pu toucher, ne peuvent plus rendre, par la meilleure manière, que 2,000 kilogrammes de sucre.

Le compte du fabricant offre dans ce cas 3,000 kilogrammes de *manquants;* il doit et payera 825 francs, pour lesquels il n'a *rien créé* ni *pu créer*, et cela arrivera assez de fois pour le ruiner, ou tout au moins l'appauvrir.

Ce n'est pas tout : en Belgique, on ne peut expérimenter un procédé d'amélioration, sans une permission spéciale de l'autorité supérieure... En France, avant la loi de 1860, c'était

mieux encore : on pouvait, jusqu'à un certain point, faire des essais et des tentatives ; mais on ne pouvait dépasser dans ses produits un type *arbitraire*, assez mauvais pour qu'on ne pût le livrer directement à la consommation. Si l'on produisait mieux et meilleur que cela, on se constituait en perte par l'effet de la surtaxe, en sorte que, par le fait, il était défendu au fabricant de sucre de sortir de l'ornière, dès là qu'il ne pouvait *dépasser le type!*

Ne fallait-il pas que la raffinerie pût faire des bénéfices? *Le fabricant ne pouvait pas être raffineur*, ce qui était le comble de l'anti-raison, et tous les intérêts de la raffinerie étaient opposés aux progrès de la sucrerie.

La loi du 23 mai a modifié cette situation ; mais a-t-elle fait tout ce qu'elle devait et pouvait faire ?

Le fabricant achète-t-il des betteraves ? La raffinerie, qui tient le stock, fait la *hausse*, et le premier paye plus cher sa matière première... La campagne est-elle ouverte et y a-t-il nécessité d'écouler les produits ? La raffinerie, qui les achète, se tient sur la *baisse*...

Nous savons qu'on n'a pas encore dit ces choses d'une manière nette ; mais nous croyons que c'est un devoir pour nous de les dire et nous ne faillirons pas à un seul devoir. Tout ce qui précède est d'observation, et l'on ne peut alléguer aucune raison valable contre ce que nous venons d'exposer.

Le raffineur est l'adversaire né du fabricant de sucre, et c'est le moins utile des deux que les règlements protégent, que les primes favorisent, etc.

Assurément, une telle condition est peu faite pour rassurer l'esprit, et il est urgent que l'autorité apporte à la question des sucres des modifications réclamées impérieusement par la justice et l'équité. Voici donc, selon notre appréciation, quelles devraient être les bases d'une nouvelle réglementation de l'industrie sucrière ; nous les disposons sous forme d'articles séparés, afin que l'attention puisse se porter tout entière sur chacune des conditions que nous regardons comme indispensables.

BASES GÉNÉRALES RELATIVES A L'ORGANISATION DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE.

1° L'industrie de la fabrication des sucres doit être absolument libre et le fabricant doit pouvoir, à volonté, raffiner ses produits, et transformer ou utiliser ses résidus par la distillation ou autrement.

2° Le fabricant doit être libre de vendre directement ses produits ou de les entreposer.

3° L'exercice permanent doit être supprimé... Il n'y a aucune raison de maintenir une pareille anomalie.

4° L'impôt sur les sucres doit être perçu en dehors de la fabrication.

5° Il ne peut avoir dans aucun cas la densité des jus pour base.

6° Il peut être établi de différentes manières : voici celle que nous préférerions.

La matière première, la betterave, pourrait être frappée directement chez le producteur, sur la simple déclaration, vérifiée par les répartiteurs, du nombre d'hectares cultivés en plantes saccharines. L'impôt serait établi par hectare, ou par 1,000 kilogrammes de production; celle-ci serait vérifiée par une Commission locale. Dans aucune circonstance, le droit ne pourrait s'élever au-dessus de 10 francs par 1,000 kilogrammes, représentant en moyenne 50 kilogrammes de sucre brut susceptible d'extraction.

Cette base donnerait un produit net de 400 francs par hectare, soit, pour 50,000 hectares au moins cultivés en betteraves à sucre, une somme de 20 millions de francs, qui rentreraient au Trésor, sans autres frais de perception que ceux usités en matière de contribution directe.

Les droits seraient acquittés par le fabricant acheteur de betteraves entre les mains du percepteur de la localité d'où proviendrait la matière première ; ce fonctionnaire en délivrerait quittance, et le cultivateur responsable serait personnellement intéressé à faire des déclarations exactes, puisqu'il ne serait valablement déchargé de sa responsabilité que par la quittance définitive et pour solde du compte débiteur établi à son nom.

La betterave cultivée pour la nourriture du bétail ne serait pas soumise au droit.

Il serait, en outre, établi sur chaque fabrique de sucre un droit annuel fixe, proportionnel à l'importance de l'établissement. Cet impôt serait perçu par quart, à la fin de chaque trimestre, et le payement du dernier trimestre emporterait décharge.

A défaut de payement de deux trimestres consécutifs, la fabrique pourrait être supprimée, dans des conditions prévues, sauf les cas justifiés de force majeure.

De cette manière, la sucrerie resterait libre et indépendante; l'exercice permanent serait supprimé ; la culture serait intéressée à produire de bonnes racines, riches en matière sucrée, puisque le fabricant, obligé de payer le droit, aurait lui-même double intérêt à n'acheter que de bons produits. Cette mesure anéantirait donc la plupart des entraves qui portent le plus grand obstacle aux progrès de l'industrie sucrière, sans nuire aux intérêts de l'agriculture.

Le cultivateur fabricant ne ferait pas exception à la règle commune, et ce mode permettrait l'établissement des sucreries agricoles dont nous allons parler.

DES SUCRERIES AGRICOLES.

Nous avons déjà maintes fois cherché à attirer l'attention publique sur cette importante question de l'*annexion de l'industrie à l'agriculture*, question qui nous semble la première et la plus vaste de toutes celles qui peuvent être agitées aujourd'hui et dont nous allons exposer les principaux termes relativement à la sucrerie.

Dans un ouvrage récent que le lecteur consultera avec fruit, M. B. Dureau formule un projet de sucreries agricoles, et nous croyons devoir en reproduire les idées principales avant de présenter nos appréciations personnelles sur ce sujet :

« Tous les efforts doivent tendre à augmenter la consommation et à la mettre au niveau de celle des Anglais, des Américains, des Hollandais, et *c'est par la diminution des droits qu'il faut commencer*... Depuis 1851, la sucrerie indigène a

été constamment s'appauvrissant; on peut dire, sans craindre d'être démenti, que les ressources de la plupart de ses entrepreneurs ont, dans ce court laps de temps, diminué de plus de moitié... La sucrerie indigène doit-elle tout attendre du gouvernement? Ne porte-t-elle pas son salut en elle-même, et, en dehors des mesures législatives qu'elle ne doit cesser de réclamer, ne peut-elle accomplir une de ces évolutions dont elle a déjà donné tant d'exemples, et sortir victorieuse de la lutte où elle est engagée? »

L'auteur examine ensuite si la sucrerie est une industrie agricole ou manufacturière... « Si par *industrie agricole*, dit-il, nous entendons une *industrie annexe d'une ferme,* utilisant les produits principaux de cette ferme, et ne donnant les siens que comme surcroît de ceux de l'exploitation agricole, telle, par exemple, que la distillation par le procédé Champonnois, *la sucrerie indigène ne peut*, quant à présent, *prétendre à ce rôle, qu'elle a rempli pourtant à son origine*. Les produits de la sucrerie indigène sont trop finis, sa machinerie est trop importante, ses bâtiments d'exploitation trop considérables, son fonds de roulement trop élevé, son personnel trop nombreux, pour que cette industrie soit classée dans la catégorie des industries purement agricoles; *elle est rurale*, sans doute, *mais essentiellement manufacturière* dans ses moyens et ses procédés. »

M. Dureau convient de ce fait qu'à l'époque où la sucrerie indigène était plutôt une annexe de ferme qu'une industrie indépendante, elle avait des avantages particuliers qu'on ne peut méconnaître et qu'il ne serait *peut-être* pas impossible de lui rendre : ce serait précisément depuis ces dix dernières années, c'est-à-dire depuis l'établissement des grandes usines, que les mauvaises chances de la fabrication du sucre se sont, malgré des progrès réels, le plus multipliées. Sans nier les progrès accomplis dans les procédés et les appareils, on peut dire que ces *progrès coûteux* sont une cause qui tend à éloigner la sucrerie de l'agriculture, tant à raison du capital d'établissement et du fonds de roulement nécessaires, que des mécomptes dont la sucrerie a été la victime.

Y a-t-il un moyen de mettre les procédés actuels de l'extraction du sucre à la portée des propriétaires ou des fermiers, de la petite et de la moyenne culture?... Le procédé Champon-

nois de la fabrication du sucre n'existe-t-il point ou ne peut-il être découvert ?

On a proposé la dessiccation de la betterave dans la ferme ou dans les communes : ce procédé offre l'irréparable inconvénient d'anéantir les résidus et de ne rien restituer au sol. Comment faire pour éviter les mauvais résultats de l'altération de la betterave, travailler des racines fraîches et éviter des *frais absurdes* de transport, d'ensilage et de manutention ?...

En Belgique et en Allemagne, les paysans fabriquent des *sirops*, sans défécation, sans filtration, à feu nu, par des procédés primitifs, à la portée de la petite et de la moyenne culture...

Si l'on fractionne les opérations de la sucrerie indigène, on n'enlèvera rien à la valeur industrielle des procédés, et l'on pourra avoir, dans un atelier, la râpation, la défécation, la filtration et l'évaporation ; dans l'autre, on pourrait placer la clarification, la filtration, la cuite, la cristallisation, le turbinage, etc. Les opérations du premier de ces ateliers ne peuvent-elles pas se faire à une plus grande distance, dans les communes rurales, par exemple, sans autre désavantage que des frais de transport insignifiants ?

C'est dans cette idée que consiste le projet de M. Dureau, qui ajoute :

« Le but principal des cultivateurs étant de tirer un bon parti de leurs betteraves, de s'assurer de la pulpe, et non de faire du sucre en s'intéressant à des entreprises qui peuvent leur donner plus de déboires que de profits, on verrait des appareils de coction se monter dans les grandes et moyennes fermes, et celles-ci livrer leurs sirops aux fabricants de sucre ; on verrait en outre, et cette forme d'exploitation serait préférable, des râperies plus ou moins importantes se monter dans la plupart de nos communes ; et, comme les conditions économiques du râpage de 10,000 ou 20,000 kilogrammes de betteraves par jour sont à peu près les mêmes que celles de 50,000 ou 100,000 kilogrammes, il ne se monterait sans doute plus de ces vastes usines qui, pour entretenir leur coûteux et superbe matériel, sont forcées d'opérer sur 15, 20 ou 25 millions de kilogrammes de racines, desquelles elles ne peuvent, malgré tous leurs efforts, tirer tout le parti désirable. La betterave, employée fraîche dans un court laps de temps, mise en œuvre

pour ainsi dire immédiatement après son arrachage et sur les lieux mêmes de production, fournirait toujours son maximum de rendement ; tandis que, d'un autre côté, la fabrication du sucre proprement dite trouverait dans des sirops excellents des garanties non douteuses de succès.

« Nous avons dit que le fractionnement des opérations de la sucrerie indigène n'enlevait rien à la valeur industrielle des procédés ; cette assertion, fondée sur la pratique, sera admise sans difficulté par toutes les personnes familières avec la fabrication du sucre : il n'est pas douteux, en effet, que des sirops de betterave déféqués et filtrés, puis concentrés de 36° à 40°, ne soient susceptibles de se conserver aussi longtemps que du sucre brut, surtout avec le caractère alcalin qu'ils présentent, et n'offrent les mêmes facilités de transport que des matières sèches. Il n'est pas certain, non plus, que l'emploi du noir en grain fût indispensable ; dans ce cas, les opérations premières, se réduisant au râpage, à l'expression et à l'évaporation des jus déféqués, présenteraient un caractère de simplicité que la distillation elle-même ne pourrait atteindre.

« Lors de la création des distilleries de betterave dans le Nord, comme annexes des fabriques de sucre, les fabricants furent unanimes à se féliciter de la rapidité que leurs opérations allaient acquérir, et de l'avantage qui allait résulter pour eux de la suppression de cette longue queue de fabrication, qui leur occasionne généralement tant de frais, tant de mécomptes et tant d'embarras. Ce résultat, qui n'était qu'éventuel, serait sûrement et définitivement atteint par le fractionnement que nous proposons, et le fabricant, expédiant à la fois, sous la forme la plus simple et la plus élémentaire, des sucres de premier, deuxième, troisième, quatrième jet et mélasse, s'exonérant en même temps de la dure obligation des manquants, rendrait ses travaux accessibles au personnel le moins spécial ou le plus inintelligent, et, établissant son atelier dans une grange, se débarrasserait, d'un seul coup, de cette partie la plus coûteuse de son outillage qui comprend les appareils de cuite, réchauffoirs, turbines, bacs de cristallisation, citernes, chauffages, etc.

« Dans l'hypothèse de la réalisation de ce projet, qui n'est nullement chimérique, et repose tout entier sur une saine observation des faits, les fabriques anciennes pourraient recevoir

les sirops produits par les fabriques nouvelles, et de la sorte réduire notablement leur approvisionnement de betteraves, ce qui leur permettrait de les mettre en œuvre dans les meilleures conditions. Les distilleries annexées, devenues, depuis la baisse des alcools, pour la plupart inutiles, pourraient, avec quelques additions de peu d'importance, se mettre en mesure de fabriquer elles aussi des sirops. Il ne faudrait plus parler de centaines de mille francs pour créer des établissements nouveaux, et cette industrie, s'affranchissant de la commandite capitaliste, pourrait, avec peu de ressources, donner des bénéfices relatifs certains à ses entrepreneurs, tout en rendant des services signalés à l'agriculture du pays. Les propriétaires ou fermiers ne participeraient plus aux dangereuses et fréquentes éventualités de l'industrie manufacturière ; tandis que les fabricants, à leur tour, n'achetant que des matières saccharines titrées, rentreraient dans la condition des raffineurs libres, et se trouveraient ainsi exonérés des risques qu'ils courent tous les ans en opérant sur des matières premières dont le rendement leur est inconnu à l'avance : dont l'altération organique ne peut jamais être prévue ; toutes circonstances qui rendent leur industrie, telle qu'elle s'exerce actuellement, la branche de travail la plus aléatoire qu'on puisse imaginer.

« Les avantages que nous venons d'énumérer ne sont pas les seuls qui ressortiraient de cette nouvelle organisation de la sucrerie indigène. En se plaçant dans de meilleures conditions économiques, en retirant sûrement de la betterave la plus grande partie du sucre cristallisable qu'elle contient, et diminuant ainsi, dans une proportion très-grande, son prix de revient ; en se répandant dans toutes nos communes rurales, en devenant une annexe naturelle de la plupart de nos exploitations agricoles, la sucrerie indigène ne tarderait pas à acquérir une vitalité prodigieuse, et une force d'expansion contre laquelle toutes les circonstances extérieures ne pourraient plus rien.

« Avons-nous besoin d'ajouter que les procédés d'extraction du sucre de sorgho, plante dont la culture a tant d'avenir dans le midi de la France et en Algérie, seront, à n'en pas douter, singulièrement semblables à ceux que nous venons de préconiser ? C'est alors que l'industrie du sucre indigène, étendant

ses branches au nord et au midi, et pouvant également prospérer dans toutes les autres régions de l'est, de l'ouest et du centre, serait définitivement acquise à notre pays, et sortirait enfin de la phase critique où elle est aujourd'hui, pour entrer dans une période d'un succès solide et durable. »

Ce projet nous a semblé, dès le premier abord, présenter quelques chances de réussite et réunir des conditions suffisantes pour la réalisation du but que se propose l'auteur ; mais en l'examinant plus à fond, nous y avons trouvé matière à plusieurs objections graves que l'expérience seule peut lever.

La fabrication des sirops, en Belgique, est loin d'être heureuse, car ces produits y sont, en général, d'une qualité très-inférieure ; ce qui tient évidemment à l'ignorance et au peu d'habileté pratique des gens qui les préparent. La confection des sirops est l'opération capitale de la sucrerie ; c'est sur elle que repose la valeur de tout le travail, et il est certain que cette fabrication ne peut pas être confiée à des mains aussi inhabiles que celles dont il s'agit ; la défécation est une opération trop délicate, dont l'influence sur le sucre est trop grande, pour qu'elle soit facilement exécutable en ferme. Il faudrait donc, comme M. Dureau l'insinue, créer des fabriques spéciales de sirop...

Ici encore on peut soulever une raison très-spécieuse contre le projet de l'auteur, car, si l'on doit déjà regretter la séparation illogique de la sucrerie en deux branches, que serait-ce de l'annexion d'une troisième ? Il n'est pas admissible que les avantages de cette scission en compensent jamais les inconvénients, et nous ne pensons même pas que ce projet puisse prendre racine parmi les gens de culture, dans la petite et la moyenne exploitation, auxquels il donnerait plus de mal et d'ennuis que d'avantages réels. Quoi qu'il en soit, l'idée de M. Dureau est une de celles qui méritent l'examen, et nous pensons qu'il serait avantageux d'en étudier pratiquement la valeur. Nous partagerions très-volontiers cette idée, si nous ne pensions qu'il est indispensable de réunir, de grouper les différentes branches de l'industrie agricole, et de les fonder sur les bases plus solides de l'association ; c'est là que, dans un temps donné, se trouvera le salut des nations civilisées contre les crises qui les minent en dérangeant l'état social jusque dans ses fondements. Voici donc comment nous com-

prenons l'établissement des sucreries agricoles, comment il peut être profitable au pays, aux cultivateurs et à la sucrerie.

Nous supposons d'abord la création, sous le patronage et la surveillance de l'Etat, d'une *Société générale de l'industrie agricole*, fournissant les capitaux nécessaires, traitant les matières premières, se soldant de ses avances et d'un bénéfice loyal par une part déterminée dans les produits...

Cela posé, admettons une commune rurale, sur le territoire de laquelle on cultive annuellement 200 hectares en betteraves, lesquels, au produit moyen de 40,000 kilogrammes, représentent une masse en racines de 8 millions de kilogrammes.

La Société créerait un établissement, une fabrique de sucre dans la commune, après avoir obtenu des cultivateurs l'adhésion à ses statuts et l'engagement de faire travailler leurs racines à l'usine sociale.

Cette usine fabriquerait le sucre brut seulement.

Une raffinerie sociale perfectionnerait les produits de deux ou trois fabriques de ce genre.

A chaque usine serait annexée une distillerie pour l'utilisation de la mélasse et des fours à salin.

Les cultivateurs apporteraient à l'usine leurs betteraves et ils recevraient en échange : 1° toute la pulpe correspondante; 2° une part dans les produits proportionnelle à leur apport en matière première, ou une valeur équivalente en espèces, au cours du jour.

Les cultivateurs adhérents seraient considérés comme actionnaires de l'usine, et, après un nombre d'années déterminé, ils en deviendraient copropriétaires entre eux, au prorata de ce qu'ils auraient apporté de matières premières pendant la période.

La pulpe, exempte de frais de transport, resterait au sol producteur pour le bétail, et le cultivateur participerait au bénéfice argent de la transformation de la matière sucrée.

On conçoit que nous ne pouvons qu'esquisser ici ce plan, au sujet duquel nous ferons paraître plus tard un travail complet; nous allons seulement exposer les bases sur lesquelles on peut compter quant au résultat.

Soient quarante associés cultivateurs fournissant à la fabrique 8 millions de kilogrammes de betteraves. Ils retireraient dès l'abord leur pulpe tout entière, soit 1,800,000 kilo-

grammes, équivalant pour la nourriture du bétail à 600,000 kilogrammes de foin de première qualité. Nous porterons tout à l'heure cette valeur en compte.

Compte de fabrication de 8 millions de kilogrammes de betteraves dans l'usine de l'Industrie agricole.

Betteraves (8 millions de kilogrammes), portées seulement pour mémoire, puisqu'elles ne sont l'objet d'aucun déboursé..........	*Mémoire.*
Main-d'œuvre (22,400 journées mixtes) au moins.........	33,600 fr.
Combustible, 30,000 hectolitres à 1 fr. 50 c.............	45,000
Chaux et noir d'os...	25,000
Intérêts de 400,000 francs de capital à 5 pour 100.........	20,000
Usure de l'outillage, 10 pour 100 sur 200,000 francs.......	20,000
Frais généraux, etc., imprévu..............................	40,000
Amortissement du capital, par fraction de 1/20............	20,000
	203,600 fr.

Produits.

1° 480,000 kilogrammes, sucre brut, donnant au raffinage 384,000 kilogrammes de sucre en pains, à 1 fr. 20 c. seulement..........................	460,800 fr.	= 502,040 fr.
52,800 kilogrammes de vergeoises à 80 c.	41,240	
2° 130,200 kilogrammes, mélasse de toute provenance, fournissant 382^{hect},80 d'alcool à 90°, à 60 francs seulement..........................	22,968 fr.	= 26,718
12,500 kilogrammes, salin, à 30 francs...	3,750	
	Total..........	528,758
	Balance........	203,600
	Reste..........	325,158
A déduire, *droits acquittés à raison de 400 francs par hectare*, 80,000 francs, ci..........................		80,000
	Reste définitif......	245,158 fr.

Un établissement de ce genre, laissant toute la pulpe aux cultivateurs, se trouverait donc, en fin de compte, à la tête d'une somme ronde de 245,158 francs de bénéfice net, dont la répartition aurait lieu de la manière suivante.

Répartition du produit définitif entre les ayants droit.

1° A l'Etat, pour tenir lieu de droit fixe et de patente, 12,5 pour 100..........................	30,644 fr.	75 c.
2° A la Société, pour son bénéfice et ses chances à courir, 22,5 pour 100..........................	55,160	55
3° Aux cultivateurs associés, 65 pour 100 à répartir.	159,352	70
	245,158 fr.	» c.

Dans un tel système, applicable à toutes les industries agricoles et seul apte à reconstituer la situation trop ébranlée de notre agriculture, les cultivateurs associés auront donc reçu :

1° Toute leur pulpe, sans déplacement ;

2° Une somme de 159,352 fr. 70 c. représentant 796 fr. 76 c. par hectare, ou 19 fr. 91 c. par 1,000 kilogrammes de racines ;

3° Ils auront profité, pour la prospérité et le bien-être de leur commune, de la valeur d'une main-d'œuvre égale à une somme d'au moins 30,000 francs.

Si nous établissons leur compte par hectare, nous trouverons que 40,000 kilogrammes de racines leur rapportent :

1° 9,000 kilogrammes d'excellente pulpe à 9 francs au moins.	81 fr.	» c.
2° Economie des frais de transport......................	9	»
3° Espèces..	796	76
4° Valeur dans l'amortissement de l'usine..................	*Mémoire.*	
	886 fr.	76 c.

Dans le système actuel, ils auraient vendu :

40,000 kilogrammes de betteraves à 15 fr. [1].........		600 fr.		
A déduire : Pulpe à racheter...........	81 fr.	90		
Transport................	9			
		510	510	»
Différence............			376 fr.	76 c.

Ils feraient donc ainsi un bénéfice net d'au moins 376 francs par hectare, sans parler de la copropriété manufacturière dont ils acquièrent collectivement un vingtième par an, ni du bien-être apporté autour d'eux par une main-d'œuvre considérable.

Nous pensons que cette idée, bien mûrie et mise à exécution, offrirait le mérite de concilier tous les intérêts et de conduire à l'amélioration agricole en même temps qu'à la prospérité de l'industrie sucrière. Mais pour qu'elle puisse réussir, il importe avant tout que la question fiscale soit modifiée du tout

[1] Prix de vente *normal*, juste et régulier, représentant près de 30 pour 100 de bénéfice pour le cultivateur. Les prix supérieurs sont exagérés, et ils ne se sont établis depuis quelques années que par suite de circonstances particulières, désastreuses, dont il importerait de prévenir le retour.

au tout ; c'est là le premier échelon à franchir, le premier obstacle qu'il faut détruire, et il est certain que le gouvernement s'empressera de remédier à l'état actuel des choses, aussitôt que les circonstances deviendront opportunes et favorables.

Quant au *système Champonnois* de la sucrerie agricole, nous sommes loin de le croire introuvable et nous pensons que l'introduction d'un procédé simple, facile et économique, permettant de faire du sucre dans les fermes de moyenne exploitation, serait un des meilleurs moyens de résoudre la question. Les mesures fiscales dont nous nous plaignions tout à l'heure seraient forcément rapportées, car il ne serait pas possible au fisc d'entretenir une armée d'employés pour *exercer* des fabriques agricoles agissant sur 1,000, 2,000, 5,000 kilogrammes de racines... Un tel exercice constituerait une dépense énorme supérieure à toutes les éventualités de recettes.

Il est vrai de dire que l'on pourrait proposer, dans ce cas, l'interdiction de la sucrerie agricole, et la proposition, tellement absurde qu'elle paraisse, ne serait pas sans précédent !

En tout cas, les conditions d'un procédé de ce genre sont faciles à déterminer à l'avance et nous les exposons rapidement, autant pour contribuer à élucider cette question que pour aider aux recherches des travailleurs intéressés à poursuivre ce problème :

Un procédé de fabrication sucrière agricole doit être de la plus extrême simplicité ; il ne doit pas comporter de matériel coûteux, et son agencement doit être tellement ordonné que les opérations du lendemain complètent toujours celles de la veille. Ce principe général conduit aux données suivantes :

1° *Extraction des jus.* — Les laminoirs, les râpes et les presses doivent, autant que possible, être remplacés par le coupe-racines et une macération méthodique, dans de simples cuviers en bois.

2° *Défécation.* — Elle doit être tellement précise, facile et élémentaire, que le dernier valet de ferme puisse au besoin l'exécuter.

3° *Concentration.* — Elle doit pouvoir se faire dans un appareil à air libre, comme les chaudières de Pecqueur ou de Dubrunfaut.

5° *Filtration décolorante.* — Le noir doit être supprimé dans

la sucrerie agricole; cette suppression doit être regardée comme la base de tout le système.

5° *Cuite.* — On doit la faire dans les appareils de concentration.

6° *Empli et cristallisation.*— Ces opérations doivent se faire en bacs, et la purge s'opérer à la turbine. Le sirop d'égout ne doit jamais rester plus de trois jours sans être traité ou recuit, et les sirops épuisés sont destinés à la distillerie.

Moyennant ces diverses conditions, la sucrerie agricole peut s'établir en France, pourvu que les frais de matériel et d'établissement ne dépassent pas un chiffre moyen de 20,000 francs, non compris les constructions et bâtiments. Nous croyons, encore une fois, que ce but peut être facilement atteint, et l'on doit voir dans cette idée la solution la plus prochaine aux difficultés de la question des sucres. Le fermier fabricant livrerait, aux prix du cours, à la fabrication et à la raffinerie manufacturières, ses sucres bruts ; il fournirait au commerce ses alcools et ses salins. La manufacture n'aurait plus qu'à purifier ces divers produits pour les rendre commerciaux ; mais il est totalement impossible d'arriver à un tel résultat tout le temps que la superfétation fiscale existera dans la condition actuelle.

Le mode d'assiette de l'impôt dont nous avons dit quelques mots précédemment (p. 678) permettrait l'établissement de la sucrerie dans les fermes, aussi bien que dans les usines sociales dont il a été question ; ajoutons que ce mode est le seul juste et applicable à tous les cas. Le fisc s'en rapporte aux répartiteurs communaux formant, avec le maire et le percepteur, une sorte de commission permanente d'enquête et de vérification, pour tout ce qui touche aux impôts fonciers, aux patentes, etc., et cette commission est chargée d'intérêts bien plus importants que ceux qui résultent de l'impôt des sucres. Pourquoi n'aurait-elle pas mission d'établir tous les ans la liste des propriétaires, des cultivateurs et des fermiers, dont les terres seraient, pour partie ou totalité, emblavées en betteraves ? L'état nominatif dressé par cette commission présenterait, en regard du nom des cultivateurs, des indications suffisantes pour tous les cas : ainsi, leur qualité de fabricants ou de non-fabricants serait soigneusement notée ; on porterait dans deux colonnes distinctes le nombre d'hectares cultivés en espèces sucrières ou en espèces fourragères ; ce tableau of-

frirait, en outre, l'indication de la date de l'ensemencement et de la récolte, et le chiffre du rendement par hectare, dûment vérifié, serait porté dans une dernière colonne, à l'époque de l'arrachement des racines. Il n'y aurait plus alors qu'à dresser un état d'émargement sur lequel le compte de chaque cultivateur serait déchargé des quantités vendues pour lesquelles le droit aurait été acquitté. Dans de telles conditions, le cultivateur, responsable du droit, serait obligé de l'acquitter ou de le faire acquitter par son acheteur avant la livraison, le fisc trouverait dans ce mode une garantie sérieuse, qui ôterait tout prétexte aux tracasseries des agents subalternes, et il importe de ne pas oublier que ce sont rarement les plus intelligents qui font le plus de zèle.

APPENDICE.

DOCUMENTS COMPLÉMENTAIRES.

Nous avons exposé, dans notre premier livre, les faits techniques relatifs aux matières sucrées, et nous y avons joint l'étude des plantes sucrières au point de vue agricole ; le deuxième livre a été consacré à l'examen des diverses questions qui se rattachent à la fabrication des sucres bruts de toute provenance, et il nous a fallu anticiper sur un des objets de notre second volume, en indiquant les principales mesures administratives sous l'ensemble desquelles la fabrication sucrière est pratiquée en France. Ce dernier objet d'étude devait trouver sa place régulière dans l'examen général de la législation des sucres ; mais l'importance des modifications apportées par la loi française de 1860 nous a engagé à nous départir de l'ordre que nous nous étions imposé, afin de ne pas laisser l'esprit du lecteur en suspens, au moment même où ces modifications légales acquéraient une valeur réelle d'actualité.

Il nous reste à compléter cette première partie de notre ouvrage en groupant ici, sous forme d'appendice, un certain nombre de faits et de renseignements dont l'importance n'est pas contestable, mais auxquels nous n'avons pu donner, jusqu'à présent, la place convenable, en rapport avec leur valeur, sous peine d'entraver la marche rationnelle de ce travail. Les questions dont nous avons à nous occuper ne sont pas, à la vérité, indispensables à connaître pour la fabrication proprement dite, mais le lecteur appréciera aisément leur degré d'utilité, s'il admet la nécessité d'étudier complétement et dans tous ses détails un objet aussi sérieux et aussi grave que la fabrication sucrière. Rien, en effet, de tout ce qui est relatif au sucre ne doit être étranger au fabricant, s'il veut juger en connaissance de cause les faits de son industrie et pouvoir se prononcer rationnellement dans les discussions dont elle peut être l'objet, tant en pratique qu'en théorie.

PREMIÈRE OBSERVATION.

CORPS DÉRIVÉS DU SUCRE. — ALTÉRATIONS PRINCIPALES DES MATIÈRES SUCRÉES. CONSERVATION DES SUCRES. — VALEUR ALIMENTAIRE DES SUBSTANCES SACCHARINES.

Nous avons vu précédemment (liv. I, chap. I) que le sucre prismatique peut se changer en un grand nombre de corps dérivés, sous des influences très-diverses ; la matière sucrée est susceptible d'éprouver des altérations multiples, et sa conservation exige des soins rationnels, que l'on n'apprécie pas toujours convenablement ; nous allons passer en revue ces différents objets avant d'exposer l'opinion que l'on doit se faire sur la valeur alimentaire du sucre et sur son action dans l'organisme sain ou malade.

CORPS DÉRIVÉS DU SUCRE.

Le sucre prismatique produit du *caramel*, sous l'influence d'une température égale à + 210° ou + 220°. Les ferments le transforment en *sucre de fruits ;* si la matière levurienne est altérée, si les ferments sont dans certaines conditions d'impureté ou de mélange, le sucre est changé en *mannite*, en *matière glaireuse*, ou bien il produit des acides *lactique* et *butyrique*.

Ces divers changements sont, en quelque façon, naturels, en ce sens qu'ils peuvent se produire sans l'intervention directe des agents chimiques proprement dits. Il en est encore d'autres qui peuvent se ranger dans cette catégorie et qui prennent également naissance sous l'influence de certains réactifs.

L'acide azotique change le sucre en *xyloïdine*, puis en acides *oxysaccharique* ou *oxalhydrique* et *oxalique*. L'acide sulfurique donne les acides *glucique*, *apoglucique*, *formique*, *ulmique*, *humique*, de l'*ulmine* et de l'*humine ;* ces deux derniers corps et

les acides ulmique et humique sont également produits par voie de fermentation, ou par réaction naturelle.

Les alcalis, à chaud, transforment le sucre en acides *acétique*, *carbonique*, *formique*, *oxalique*, *mélassique*, *kalisaccharique;* ils le changent facilement en *glycose*, et, si la température est assez élevée, il se produit de l'*acétone*, du *métacétone*, des *carbures d'hydrogène* gazeux et liquides plus ou moins éclairants. Plusieurs de ces produits prennent naissance par la simple distillation sèche.

Les autres sucres fournissent les mêmes produits sous l'action des mêmes agents, et tous les sucres donnent de l'*alcool*, de l'acide *carbonique* et de l'acide *acétique*, par fermentation directe.

On voit, par ce qui précède et par ce que nous avons décrit antérieurement, que le sucre est susceptible de donner naissance à deux ordres de corps dérivés : 1° ceux qui se produisent sous l'influence d'agents naturels, sans l'intervention de l'art; 2° ceux qui sont fournis par l'action spéciale de certains agents chimiques. Nous n'avons pas à nous étendre sur ces derniers, mais nous croyons utile de faire, à l'égard des premiers, quelques observations que nous puisons dans l'expérience des faits de la fermentation.

Les produits naturellement dérivés des sucres, sous la seule influence des agents physiques ou de ceux-ci réunis à la fermentation, sont donc :

1° Le caramel;
2° Le sucre de fruits et le glycose qui en dérive;
3° L'alcool;
4° L'acide carbonique;
5° L'acide acétique;
6° La mannite;
7° La matière glaireuse;
8° L'acide lactique et l'acide butyrique;
9° L'acide ulmique et l'ulmine;
10° L'acide humique et l'humine.

Faisons remarquer, d'une manière générale, que tous les principes végétaux de la formule $C^{12}H^{10}O^{10}$ et tous les corps dérivés du saccharigène par voie d'hydratation sont susceptibles de donner *la plupart* de ces produits, à l'exception peut-être du sucre de fruits; l'observation attentive des lois

de la fermentation démontre surabondamment cette proposition.

A. *Caramel.* — Nous avons dit que le caramel se forme par l'action, sur le sucre, d'une température de $+ 210^0$ à $+ 220^0$; mais cette proposition est loin d'être absolue. Il faut que le fabricant de sucre sache bien que la caramélisation peut avoir lieu bien au-dessous de cette limite, et qu'une solution de sucre pur, soumise à la température de $+ 100^0$, ou même à une température inférieure ($+ 60^0$ à $+ 80^0$) perd, la faculté de cristalliser et qu'elle se caramélise après un certain temps. Il lui importera donc extrêmement de ne pas laisser languir ses opérations dans aucun cas, mais surtout lorsque les liqueurs auront à supporter l'application du calorique. Cette règle est sans exception, que l'on opère à l'air libre ou même dans le vide, et la rapidité doit être une des principales conditions d'une fabrication manufacturière.

B. *Sucre de fruits et glycose.* — La recommandation rigoureuse de ne laisser séjourner nulle part aucune portion de vesou ou de jus, avant la défécation, est une des plus sérieuses de la pratique. Ici, les faits et le raisonnement se corroborent, et il ne reste aucune place à l'objection. En effet, la défécation *seule* peut, lorsqu'elle est bien faite, détruire les ferments ou les éliminer à l'état de combinaisons insolubles. Or, les ferments ont sur le sucre prismatique une action puissante et rapide, par laquelle il se trouve changé en sucre incristallisable et ultérieurement en glycose. Chaque minute d'arrêt, entre l'extraction du liquide sucré et sa défécation, augmente la proportion de matière incristallisable aux dépens du sucre prismatique. C'est là une des causes de perte auxquelles on peut attribuer le moindre rendement obtenu par certains industriels. Cette cause agit d'autant plus énergiquement que la température ambiante et la température du liquide sont plus élevées...

On comprendra aisément que, pour le vesou de la canne, cette cause d'altération puisse produire ses effets désastreux en un temps très-court, à raison de la chaleur habituelle des climats sucriers, mais il convient d'y ajouter encore une autre raison spéciale d'activité. Le vesou est toujours à réaction acide, en sorte que, dès qu'il est mis en liberté, il se passe au sein de ce liquide une série de phénomènes fermentatifs pres-

que instantanés. Le ferment particulier de la canne, appelé par quelques auteurs *matière globulaire*, est également doué de propriétés très-énergiques, de telle façon que le vesou réunit à un haut degré toutes les circonstances favorables à la transformation du sucre prismatique. On ne peut donc trop recommander aux planteurs de se placer dans l'une ou l'autre des deux alternatives suivantes :

Ou *rouler* [1] les cannes dès leur arrivée du champ, avec le soin attentif de ne les faire couper qu'à mesure du traitement manufacturier, et d'envoyer le vesou à la grande aussitôt qu'il s'échappe des rolls ;

Ou bien, ce qui serait plus rationnel, prendre les mêmes précautions pour la roulaison et la récolte, et recevoir le jus dans une série de bacs, où il serait aussitôt mélangé, à froid, avec une quantité de chaux suffisante pour saturer les acides et arrêter l'action des ferments. Cette défécation exigerait, suivant nous, au moins six millièmes de chaux vive, réduite en lait peu épais. On s'en débarrasserait ensuite dans un bac de saturation, ou dans une chaudière, par un des procédés connus, et un débourbage précéderait les opérations de l'équipage.

Quant au jus de betterave, lequel est le plus souvent alcalin, il éprouve une altération similaire sous l'influence des alcalis et de certains ferments encore peu connus, et le sucre prismatique se change en sucre liquide, en mannite, en matière glaireuse. Les progrès de cette transformation sont moins rapides que pour le vesou, en apparence, mais ils ne doivent pas moins attirer l'attention de l'observateur sérieux.

C. *Alcool.* — Tout le monde sait que, lorsque le sucre prismatique est changé en sucre de fruits, l'action des ferments le transforme en alcool et acide carbonique ; cette transformation a lieu, non-seulement dans les vesous et les jus, mais encore dans les plantes elles-mêmes, lorsque la nature de leurs éléments ne s'y oppose pas. Nous avons démontré, dans un de nos ouvrages, que l'odeur agréable des celliers à fruits dans lesquels s'opère la maturation des pommes, des poires, etc., provient de la fermentation alcoolique éprouvée par le sucre de ces fruits, bien que ce principe soit encore

[1] Ecraser entre les rolls.

renfermé dans les tissus. C'est à cette altération qu'il convient également de rapporter la présence de l'acide carbonique qui vicie l'air de ces mêmes celliers.

La canne à sucre, conservée dans le parc aux cannes, éprouve très-promptement un commencement de fermentation alcoolique bien caractérisée ; l'odeur propre de la plante est fortement exaltée, et à son parfum aromatique se joignent les odeurs de l'alcool, de l'acide acétique et de plusieurs composés éthérés. Les cannes plus ou moins avariées, qui parviennent en Europe, présentent les mêmes phénomènes, bien qu'une partie des composés volatils ait déjà disparu. Dans les colonies et les pays sucriers où l'on cultive la canne, il suffit parfois d'une heure de séjour dans le parc, pour que, dans nombre de cas, la production de l'alcool commence à se faire aux dépens du sucre, et cet effet est d'autant plus prompt à se manifester que la température est plus élevée et que les cannes sont amoncelées en plus grande quantité.

La betterave n'est pas tout à fait dans les mêmes conditions que la canne, et l'altération de sa matière sucrée par les alcalis propres de la plante et par ses ferments donne très-rarement lieu à la production de l'alcool. Cela tient à la nature même des éléments de la betterave, parmi lesquels on voit dominer les sels alcalins, les matières grasses et azotées, les substances pectiques : toutes ces matières favorisent, par leur présence, la formation de la matière glaireuse, de la mannite, ainsi que les dégénérescences lactique et butyrique. On pourrait encore expliquer cette différence par cette raison que l'air pénètre plus difficilement dans le tissu plus dense de la betterave que dans le tissu spongieux de la canne ; mais à côté de cette observation, qui est loin d'être sans valeur, il convient surtout de voir les différences de composition immédiate des deux plantes. Les cannes conservées s'altèrent et fermentent alcooliquement ; les betteraves se conservent plus longtemps et leur altération ne se fait que par degrés et par une série de transitions presque insensibles, mais les produits de cette altération appartiennent surtout à la dégénérescence mannitique ou glaireuse, et bientôt la pourriture succède à cet ordre de phénomènes. Les pertes que l'on éprouve, en fabrication, lorsque l'on traite les betteraves conservées à une époque avancée de la campagne, tiennent à ces transforma-

tions successives du sucre prismatique en sucre incristallisable, mannite, matière glaireuse, acides lactique et butyrique, lesquelles peuvent être suivies de la décomposition totale des tissus altérés, sous l'influence du froid ou de la chaleur humides, et principalement des alternatives de ces deux causes. On comprend dès lors toute l'importance des précautions que nous avons recommandé de prendre pour la conservation des racines saccharifères.

Les vesous et les moûts peuvent également présenter les faits de la fermentation alcoolique; mais cette transformation, fréquente pour les jus de canne et de sorgho, l'est moins pour les jus extraits des racines sucrées, dont le sucre prismatique s'altère aussi rapidement sous l'action de l'air, de la chaleur et des ferments, mais qui donne très-fréquemment naissance à des produits secondaires et à des dégénérescences.

Les sucres bruts dont la défécation n'a pas été complète, qui sont gras, humides, et qui sont soumis au contact de l'air et à l'influence d'une température trop élevée, subissent lentement toutes les phases de la décomposition fermentative, soit successivement, soit simultanément dans plusieurs circonstances. Nous reviendrons sur cet objet dans le prochain paragraphe.

D. *Acide carbonique.* — Toutes les fois que le sucre se change en alcool, il se produit une masse considérable de gaz acide carbonique, lequel est formé de toutes pièces au détriment du sucre pour son carbone, et, peut-être, de l'air atmosphérique, de l'eau et du sucre, pour son oxygène. Ce gaz est exhalé dans toutes les circonstances que nous avons indiquées pour l'alcool, c'est-à-dire que, lorsque les plantes elles-mêmes ou leur jus donnent lieu à la production de l'alcool, il se forme également de l'acide carbonique; mais il peut arriver fréquemment que ce gaz se produise en même temps que diverses dégénérescences, sans qu'il se forme un seul atome d'alcool. Ainsi, par exemple, lorsque les sucres renferment du sucrate de chaux, ce qui arrive pour les sucres bruts de betterave, il n'est pas rare d'observer, au bout d'un certain temps, la présence du carbonate de chaux et même du carbonate d'ammoniaque. L'acide de ces deux sels est évidemment dû à la décomposition du sucre, au moins pour partie, car la faible proportion de l'acide carbonique atmosphérique ne suffirait pas

à l'explication de ce phénomène, que l'on peut observer même sur des sucres calcaires renfermés dans des flacons bouchés.

E. *Acide acétique.* — Il se produit constamment de l'acide acétique, toutes les fois qu'une plante saccharine ou un jus sucré subit la fermentation alcoolique. L'alcool se transforme très-facilement en *aldéhyde,* que le simple contact de l'air amène à l'état d'acide acétique. Cet acide se produit encore aux dépens des sucres dans les jus alcalins, et nous en avons observé la présence dans les jus traités par le procédé Barruel-Rousseau, en particulier. L'excès de chaux, employé dans cette méthode, transforme les sels alcalins en oxydes caustiques, et la saturation fait repasser ceux-ci à l'état de carbonates. Pour peu que ces jus soient abandonnés à eux-mêmes avant d'être assez concentrés, il se produit de l'alcool, de l'acide carbonique et des acétates alcalins. La quantité de l'acide carbonique dégagé n'est plus en rapport avec l'alcool produit, et ce gaz se présente en grand excès, ce qui tient à la décomposition des carbonates alcalins. Il est assez difficile de saisir les phases de l'acétification dans ces circonstances, bien que la théorie considère comme rationnelle la formation antérieure ou simultanée de l'alcool et de l'aldéhyde.

F. *Mannite.* — La mannite ne se rencontre que très-rarement dans les produits dérivés du sucre de la canne, mais elle existe à peu près constamment dans les betteraves altérées et les jus de betteraves qui ont subi un commencement de fermentation. Nous avons déjà parlé de ce corps.

Quelques chimistes professent à l'égard de la mannite des opinions tranchées, dont quelques-unes paraissent assez rationnelles; voici comment le docteur Sacc s'exprime à ce sujet :

« Quand une solution concentrée de *sucre quelconque* est abandonnée à elle-même dans un endroit chaud, elle s'altère et bientôt il s'y forme de belles aiguilles satinées de mannite $C^6 H^7 O^6$, qu'on retrouve dans les *miellées* ou suc extravasé des feuilles de la plupart des plantes ; la majeure partie de la manne du commerce est formée de mannite ; *elle diffère des sucres en ce qu'elle ne fermente pas;* du reste, son histoire est loin d'être complète ; *ce pourrait être une combinaison dont on n'a pas réussi à séparer les éléments.* D'après sa formule, la mannite serait un oxyde de la glycérine $C^6 H^7 O^5$ ou sirop de sucre des corps gras, dans lesquels elle joue le rôle de base.

Ces deux corps se ressemblent par leur saveur sucrée, leur inaltérabilité et leur grande diffusion dans la plupart des plantes, dans les feuilles desquelles ils semblent se former en même temps que les sucres, les viandes et les graisses. »

Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, la mannite est un produit dérivé du sucre qui semble être spécial à la betterave, et cette racine est une des matières saccharifères dans lesquelles on doit le plus craindre les dégénérescences.

G. *Matière glaireuse.* — La substance visqueuse, filante, analogue au frai de grenouille, que l'on désigne sous le nom de *matière glaireuse*, accompagne toujours la mannite ; mais l'on ne sait encore que très-peu de chose sur sa véritable nature. Si nous nous en rapportons à un certain nombre d'expériences qui ont eu cette substance pour objet, nous serions tenté de croire que la matière glaireuse, telle que nous la connaissons, est un mélange de deux substances distinctes, dont l'une dériverait immédiatement du sucre et se changerait en mannite, tandis que l'autre serait un produit de décomposition de la mannite elle-même. Nous n'affirmons cependant rien à cet égard, et cette hypothèse a besoin d'être justifiée par une expérimentation plus précise et plus rigoureuse [1].

H. *Acides lactique et butyrique.* — Ces deux dérivés du sucre appartiennent plus spécialement aux racines saccharifères, dans les produits de décomposition desquelles on les trouve presque toujours. Ceci est de toute exactitude pour l'acide lactique dont le butyrique n'est qu'un dérivé, et l'on peut dire, en thèse générale, que l'acide lactique se produit, dans la plupart des plantes, lorsqu'elles commencent à éprouver le mouvement fermentatif en présence des alcalis, des matières grasses, des ferments altérés... Il y a peu de circonstances où la production de l'alcool ne soit pas accompagnée d'un peu de dégénérescence lactique ; mais les plantes riches en alcalis, en matières grasses, en gluten, sont celles qui offrent le plus souvent ce phénomène. Nous avons cru remarquer également que la présence de l'albumine soluble favorise ces réactions, et que ce corps donne souvent naissance à un ferment globulaire particulier, agissant très-énergiquement sur le sucre prismatique et sur les autres sucres, mais *trop faible* pour

[1] On pourrait rapprocher de la matière glaireuse la *gomme* produite par le ferment globulaire du vesou.

déterminer leur séparation en alcool et acide carbonique.

I. J. *Acide ulmique et ulmine. — Acide humique et humine.* — Ces produits de l'oxydation des matières sucrées sont de très-peu d'importance pour le fabricant de sucre, qui n'a presque jamais lieu de les rencontrer dans ses matières premières, même lorsqu'elles sont très-altérées ; mais cependant il nous a paru rationnel d'attribuer *en partie* à ces corps la coloration que les sucres éprouvent, sous l'influence de la chaleur, à l'air libre principalement. Le caramel, d'une part, l'acide mélassique, de l'autre, en présence des alcalis, les composés dont nous parlons, qui se forment surtout pendant la concentration et la cuite, et principalement lorsqu'il se trouve dans les jus des sulfates alcalins ou du sulfate d'ammoniaque, nous semblent devoir être réunis parmi les éléments de la coloration des sirops. En tous cas, toutes les matières végétales, aussi bien celles qui sont sucrées que les autres, fournissent des acides ulmique et humique, de l'ulmine et de l'humine, dans les dernières phases de la décomposition fermentative. Le terreau, l'humus, la tourbe, le bois et les plantes pourries en sont des exemples journaliers.

ALTÉRATIONS PRINCIPALES DES MATIÈRES SUCRÉES.

Nous avons dit que le sucre *pur* est inaltérable à l'air sec, et cela est exact en principe et en fait ; mais les matières saccharifères, les vesous et les jus, les sirops, les sucres bruts sont sujets à un grand nombre d'altérations, dont nous avons déjà mentionné les principales dans le précédent paragraphe. Le sucre raffiné et pur est lui-même susceptible d'altérations, qui dépendent le plus souvent du milieu dans lequel il se trouve.

A. *Altérations des matières saccharifères.* — La canne à sucre renferme des principes destructeurs de la plus haute énergie, qui réagissent violemment sur le sucre, principalement en présence d'une élévation donnée de la température. Il se produit rapidement, dans ce cas, la série des phénomènes qui appartiennent à la fermentation alcoolique et dont il a été parlé. Lorsque les cannes subissent des successions de gel et de dégel, les parties atteintes éprouvent une sorte de décomposition putride dont les produits réagissent promptement sur

la matière sucrée des parties saines ; enfin les parties vertes des cannes, les amarres, les portions non parvenues à maturité complète déterminent l'altération du reste avec la plus grande facilité. Nous avons souvent observé, dans ces deux dernières circonstances, outre une matière gommeuse particulière, les dégénérescences lactique et butyrique et même un certain nombre des produits de la fermentation ammoniacale.

Le *sorgho* peut présenter les mêmes altérations que la canne à sucre, surtout dans les contrées où la température est élevée, comme en Afrique, par exemple. Sous une latitude moins rapprochée de l'équateur, cette plante est beaucoup moins altérable que la canne, ce qui tient à deux causes principales. Le sorgho est d'un tissu plus dense que la canne ; sa partie spongieuse est ferme et résistante, tandis que, dans la canne à sucre, cette portion médullaire est comme celluleuse et réticulée, en sorte que l'air pénètre plus difficilement dans la substance du sorgho. D'autre part, les ferments du sorgho sont moins acides et moins actifs que ceux de la canne, ou plutôt, pour être plus exact, ils sont moins disposés à l'acescence. En tout cas, le sorgho est susceptible d'une longue conservation, ce qui n'a pas lieu pour la canne à sucre ; il est d'une dessiccation facile, et les altérations dont nous avons entretenu le lecteur, tant dans le paragraphe précédent que dans les quelques généralités relatives aux altérations de la canne, ne l'atteignent que s'il est conservé en masses considérables et dans un état de dessiccation incomplète. Il *s'échauffe* alors, subit les phases de la fermentation, jusque et y compris la décomposition ultime ou la putridité.

Le *maïs* n'a pas été étudié sous le rapport des altérations qu'il peut éprouver ; mais il est très-rationnel d'admettre, *à priori*, qu'elles sont les mêmes que celles de la canne et du sorgho, lorsqu'il se trouve placé dans des circonstances identiques.

Nous avons vu que la *betterave* subit rarement la fermentation alcoolique, dans les magasins, caves, celliers ou silos ; mais, en revanche, elle éprouve facilement les dégénérescences mannitique et lactique et des causes peu importantes, en apparence, en déterminent la putridité. A partir du moment où les racines sont extraites du sol, on peut distinguer plusieurs groupes de faits aisément reconnaissables : ou la bet-

terave n'est soumise à aucune influence de froid exagéré ou de chaleur humide, à aucune alternative d'actions destructrices, ou bien elle peut se trouver exposée à diverses réactions susceptibles d'altérer son tissu. Dans le premier cas, elle suit les phases d'évolution dont nous avons indiqué les bases (p. 12), et elle marche progressivement du troisième âge au quatrième, suivant les divers états que nous signalons ici : 1° la *période d'engourdissement*, qui dure tout le temps que la betterave est soumise à une température supérieure au point de congélation et inférieure à + 8° : pendant cette période, qui est assez longue, heureusement pour la fabrication, les racines conservent leur maximum de sucre prismatique et fournissent de bons produits ; 2° la *période d'évolution* qui commence à la fin de l'hiver, lorsque la température moyenne s'élève au-dessus de + 8° et que la vie végétale reprend son mouvement vernal... A cette époque, les gemmes commencent à se développer aux dépens du sucre prismatique ; il se forme de la pectosine et de la fécule, et la plante entre dans la seconde phase de son existence (p. 230) ; elle reprend les fonctions assimilatrices de la vie et commence ces fonctions par la transformation radicale du principe sucré.

Lorsque cette période est arrivée, le fabricant n'a plus un instant à perdre ; s'il manque des moyens nécessaires pour en arrêter les développements, chaque jour de retard le constitue en perte et la diminution progressive du principe sucré cristallisable devient de plus en plus sensible. Il peut arriver, dans certaines conditions atmosphériques, lorsque le printemps commence de bonne heure par des chaleurs inusitées, que des racines qui présentaient une richesse de 0,10 à 0,11 tombent, en deux ou trois semaines, au-dessous de 0,04 ou 0,05 ; mais ordinairement cette diminution est un peu plus lente.

Dans le second cas, sous l'influence de froids excessifs suivis de dégels, en présence de l'eau et de l'air, lorsque les racines n'ont pas été récoltées dans de bonnes conditions de maturité, qu'elles ont crû dans une saison froide et pluvieuse, sous l'action d'engrais trop azotés, etc., il peut se présenter, dès les premiers jours qui suivent la récolte, une série d'altérations que l'on peut rapporter à ce qui a été exposé précédemment. L'épiderme des racines se ride et se fane ; le sucre se con-

vertit en acide lactique, en mannite, etc., et les matières premières soumises à ces altérations progressives deviennent de plus en plus difficiles à traiter et donnent des produits de moins en moins abondants... On conçoit, dès lors, toute l'importance qu'il convient d'attacher aux recommandations que nous avons faites (liv. I, chap. IV, p. 227 et suiv.) relativement à la conservation des betteraves. Nous y renvoyons le lecteur, en insistant sur l'absolue nécessité de soustraire les matières saccharifères à toutes les influences contre lesquelles on possède des moyens d'action.

Nous ne nous arrêterons pas ici sur les altérations que peuvent subir les autres racines sucrées, ces altérations étant très-analogues à celles de la betterave ; mais cependant nous ne pouvons passer à l'idée suivante sans relever encore une fois l'abus de l'emploi du densimètre *avant la défécation*, pour l'assiette de l'impôt de fabrication des sucres. En effet, si ce mode de procéder est injuste lorsque le fabricant opère sur des racines saines, ainsi que nous l'avons démontré, il devient d'une révoltante iniquité lorsque la fabrication traite des betteraves avariées, et vers le dernier tiers de la campagne sucrière. Les altérations que nous avons signalées détruisent le sucre en partie, mais elles n'apportent que peu de diminution dans la densité du jus extrait des racines ; en tous cas, cette diminution n'est jamais en rapport avec la perte en sucre éprouvée par les betteraves.

L'observation des faits apprend que, si le fisc compte au fabricant une densité de $1^{\circ},25$ au-dessus de celle qui est attribuable au sucre, dans les conditions ordinaires de la fabrication, cet excès de prise en charge est supérieur à 2°, dans le cas où l'on traite des racines altérées. Il n'y a, dans la langue, que peu d'expressions à l'aide desquelles on puisse qualifier un acte de cette nature, par lequel la fabrication est d'autaut plus frappée qu'elle est dans une situation plus mauvaise, et nous devons le dire nettement, au risque de ce que pourront penser les esprits satisfaits, jamais un impôt, quel qu'il soit, modéré ou élevé, ne doit constituer une extorsion par le mode employé pour le faire rentrer dans les caisses de l'Etat !

B. *Altérations des vesous, des jus et des sirops.* — Nous connaissons les diverses altérations que peuvent éprouver les jus et les vesous ; elles dépendent toutes d'une fermentation ré-

gulière ou irrégulière, et nous n'y reviendrons pas ici. Quant aux sirops, aux mélasses et autres solutions concentrées de sucre, il convient de passer brièvement en revue quelles sont les modifications que ces matières peuvent subir sous différentes influences : nous partageons à cet égard les sirops en plusieurs catégories, pour la commodité de l'observation, et nous distingons des sirops *primitifs*, *neutres*, *acides* ou *alcalins*, de canne ou de betterave, et des sirops *secondaires* [1] de mêmes provenances, présentant les caractères chimiques des sirops primitifs, mais devenant de plus en plus riches en matières salines, et plus pauvres en sucre prismatique.

Faits généraux. — 1° Un sirop, quel qu'il soit, ne peut rester exposé à une température supérieure à + 15° ou + 20°, pendant un temps dont la durée est très-variable, sans qu'une partie de son sucre prismatique se change en sucre liquide. 2° Cet effet est d'autant plus tranché que le sirop est plus acide, qu'il a été moins bien déféqué, et qu'il renferme plus de matières salines et surtout de substances albuminoïdes. 3° Dans les mêmes circonstances, un sirop donne toujours naissance à des produits nouveaux, qui se forment aux dépens du sucre, comme des moisissures, des composés azotés et les différents produits dérivés que nous avons énumérés. 4° Ces composés se forment avec d'autant plus de rapidité que les sirops sont exposés à une chaleur humide, que leur composition est plus rapprochée de la neutralité dans certains cas, plus acidule dans certains autres. 5° Enfin, il convient d'ajouter que ces altérations agissent plus énergiquement sur les sirops moins concentrés.

Les *sirops primitifs* de canne ne sont que du vesou concentré, ayant perdu par l'écumage la majeure partie de son albumine, mais retenant presque toujours une proportion notable des acides naturels de la canne. Cette circonstance tient à ce que la défécation est presque toujours incomplète dans la fabrication coloniale, où l'on se contente d'un chaulage superficiel, ou, pour parler le langage des planteurs, cela dépend de ce que les vesous ne sont pas suffisamment *enivrés* par la chaux.

Il n'en reste pas moins dans les sirops une certaine propor-

[1] Sirops de deuxième, de troisième jet, etc.

tion de sucrate de chaux dont il faut tenir compte comme agent de réaction. Tous ces sirops sont dans des conditions telles qu'on ne peut en espérer la conservation, surtout en présence de l'élévation climatérique de la température.

Il ne faut pas cependant exagérer ici notre pensée et lui donner une extension à laquelle nous n'avons nullement songé. Nous disons que ces sirops ne sont pas susceptibles de conservation en ce sens que, renfermant des principes essentiellement nuisibles au sucre prismatique, la proportion de sucre liquide y est augmentée progressivement et d'une manière plus ou moins rapide. Sans doute, de tels sirops se conservent assez longtemps pour qu'on puisse en extraire la plus grande partie du sucre dans une série d'opérations courantes, mais un séjour de quelques semaines en citernes ou en réservoirs les appauvrirait considérablement, et nous pouvons ajouter à cet égard que les planteurs sont fort heureux de ne pas être dotés de l'exercice permanent et du système des manquants, ce qui les obligerait, à leur grand détriment, d'aller rechercher leur sucre dans des sirops qui n'en renfermeraient plus qu'une proportion bien inférieure à leur prise en charge.

Les sirops *secondaires* se traitent peu aux colonies, excepté chez quelques planteurs qui ont introduit les méthodes progressives dans leurs établissements. Ces sirops, comme on le pense, sont encore plus altérables que les sirops primitifs, puisque les principes altérants solubles y sont de plus en plus concentrés. Les règles relatives aux sirops de betterave sont très-applicables aux produits de la canne lorsque ceux-ci ont été soumis à une défécation convenable par la chaux ; mais, dans les cas ordinaires, il ne peut en être de même, puisque les liqueurs sont souvent acides au lieu d'être alcalines. Il résulte de ceci que, dans l'hypothèse où l'on voudrait traiter pour sucre des mélasses de canne, il importe de ne pas les laisser séjourner trop longtemps dans les réservoirs, et surtout de leur faire subir un bon *enivrage*, qui les débarrasse complétement de l'acide libre et des matières précipitables. Cette méthode est la seule qui puisse conduire à de bons résultats et il convient de ne jamais la négliger. Les sirops de canne traités par la chaux, qu'ils soient de premier ou de second jet, sont, comme nous venons de le dire, dans les mêmes conditions

que les sirops de betterave, à cette différence près que ceux-ci renferment beaucoup plus de sels alcalins.

Les sirops *primitifs* de betterave peuvent présenter les résultats de la fermentation alcoolique, de l'acétification et des dégénérescences lactique et butyrique. On peut y rencontrer également la mannite, des produits glaireux, des corps hydrocarbonés ou azotés. Toutes ces altérations se font aux dépens du sucre incristallisable, lequel est lui-même un dérivé du sucre prismatique.

Il importe de remarquer ici combien la préparation des sirops présenterait de difficultés en ferme, si l'on cherchait à adopter ce mode pour l'introduction de la sucrerie dans l'industrie agricole, comme cela a déjà été fait en Belgique. Mille causes différentes viennent nuire au sucre renfermé dans ces sirops, et, indépendamment d'une préparation plus ou moins imparfaite, le fabricant aurait encore à lutter contre les résultats d'une foule de dégénérescences causées par l'omission des règles relatives à la conservation des matières sucrées. De tels sirops ne présenteraient de bonnes chances que par une forte alcalinité, mais celle-ci offre de tels inconvénients pour les produits de la betterave, que l'on devrait rechercher soigneusement s'ils seraient balancés par les avantages de ce système.

Il ne peut guère se présenter d'acidité naturelle dans les sirops de betterave, la pratique de la défécation mettant, quand même, à l'abri de cette circonstance; les sirops neutres sont également fort rares, mais l'alcalinité est, par contre, extrêmement fréquente.

Cette alcalinité doit être attribuée aux sucrates de chaux qui se sont formés dans la défécation et qui n'ont pas été décomposés, à l'ammoniaque mis en liberté par l'action de la chaux et dont une partie s'est combinée à l'acide carbonique, enfin, à la potasse et à la soude qui existaient dans les jus à l'état de sels, que la chaux a rendues caustiques, et qui ont pu former des sucrates alcalins, ou passer à l'état de carbonates, etc., selon les circonstances de la défécation. Peut-on croire que le sucre se conserve *sans altération* dans les sirops, lorsqu'il s'y trouve à l'état de sucrate? Une telle opinion nous semblerait fort aventurée, et, bien que les sirops alcalins se conservent mieux *à froid* que les autres, lorsque l'alcalinité

est due à la chaux, l'action des alcalis proprement dits nous paraît très-nuisible au sucre, même à froid, lorsque cette action est prolongée pendant un certain temps. La potasse, mêlée à l'eau sucrée, fournit, après quelque temps, de l'acétate de potasse, et nous sommes parfaitement convaincu de ce fait, qu'il serait d'une extrême difficulté de conserver des sirops primitifs de betterave, à plus forte raison de les emmaganiser pour les besoins commerciaux, sans faire subir de déchet au sucre prismatique.

Les sirops *secondaires* de betterave sont d'autant plus altérables évidemment que les matières salines qu'ils renferment sont plus concentrées et plus actives. Les sucrates de chaux, les sels et les sucrates alcalins y dominent ; le sucre est facilement changé en sucre liquide sous ces influences prolongées et les autres que nous avons déjà mentionnées, et il ne faut pas conclure ici des expériences de laboratoire que l'on pourrait comparer aux résultats de fabrique. Ce qui serait rationnel dans un cas devient souvent absurde dans l'autre, et l'on doit se méfier beaucoup des analogies non confirmées par les faits. Or, il y a ici un fait capital, c'est que les mélasses, conservées en citernes, pendant un certain temps, perdent souvent le quart et même la moitié de leur sucre cristallisable. Quelle que soit la cause de ce résultat, il existe, et personne ne peut le nier. C'est à cette altération, causée, selon nous, par la présence des sels alcalins et des sucrates, principalement, que l'on doit attribuer les manquants observés sur les sucres de deuxième et de troisième jets, et, à cet égard, l'autorité supérieure doit prendre des mesures pour que le fabricant ne soit pas forcé de poursuivre un sucre qui n'existe plus ; en tout cas, il ne doit pas être responsable d'altérations contre lesquelles il ne peut rien et dont il est la première victime.

L'adoption franche des mesures libérales que nous avons conseillées, en finissant le dernier chapitre de notre deuxième livre, pourrait seule remédier à cette situation anormale, qui livre la fabrication sucrière aux mains du fisc, sans qu'elle ait aucun moyen de se défendre.

C. *Altérations des sucres bruts.* — Le sucre brut *bien sec, neutre*, n'est sujet à s'altérer qu'en présence de l'air humide confiné, et dans certaines conditions de température. Il s'y développe des champignons, des moisissures, des parasites,

et il est arrivé d'y constater la présence de diverses larves d'insectes. Ces altérations sont heureusement peu fréquentes, mais elles doivent engager à surveiller les magasins à sucre, qu'il importe de tenir à l'abri de l'humidité et de soumettre à un bon système de ventilation.

Le sucre brut *acide*, gras, peu nerveux, se transforme en partie en sucre liquide, surtout en présence d'une température un peu élevée (+ 20° à + 30°); c'est ce qui arrive très-souvent pour les sucres exotiques fabriqués sans défécation suffisante.

Le sucre brut *alcalin* se conserve généralement bien ; cependant nous avons vu plusieurs fois ce sucre tomber en efflorescence comme certains sels et se transformer en partie en une sorte de poussière presque insipide et peu soluble. Nous n'avons encore pu faire à ce sujet les recherches nécessaires, mais tout nous porte à croire que cette altération, assez rare, est due à la présence de la chaux en excès. Il se formerait, dans ce cas, un sous-sucrate peu soluble.

Nous avons vu également des sucres présenter une odeur putride et ammoniacale à la fois, et de tels sucres sont fort dépréciés sur la place commerciale. Cette altération tient à la présence de sels ammoniacaux, de matières protéiques et de sucrate de chaux, en sorte que l'on peut estimer, *à priori*, que la défécation n'a pas été suivie avec le soin désirable, d'une part, et que, de l'autre, de tels produits sont souvent donnés par de mauvaises racines, dans lesquelles la matière protéique ou albuminoïde se trouve dans un état particulier qui lui permet de résister à la série des opérations sucrières.

D. *Altérations des sucres raffinés.* — Le sucre raffiné *pur* ne s'altère pas à l'*air sec;* ceci est aujourd'hui un fait admis et sanctionné par l'expérience. A l'*air humide*, le sucre absorbe assez d'eau pour entrer dans de nouvelles conditions et même tomber en déliquescence. Il est alors susceptible d'éprouver des altérations plus ou moins rapides, selon les principes dont l'air ambiant est chargé et selon l'élévation de la température. Nous ne nous arrêtons pas davantage à cette idée, le sucre impur rentrant plus ou moins dans les conditions du sucre brut dont nous venons de parler.

CONSERVATION DES SUCRES.

Il est à peine nécessaire de faire observer que la conservation des matières saccharifères, des jus sucrés, des sirops et des sucres, dépend absolument du plus ou moins de soins avec lequel on évitera les diverses causes d'altération qui peuvent réagir sur ces matières et au sujet desquelles nous croyons nous être suffisamment étendu. Nous n'avons donc pas à nous arrêter sur les précautions à prendre pour conserver les matières sucrées, et nous nous contenterons de les résumer succinctement.

1° *Plantes saccharines.* — Il importe que les plantes saccharines soient parvenues à leur maturité industrielle et ne l'aient pas dépassée notablement. Les parties avariées, gelées, non mûres, doivent être retranchées. La canne ne peut se conserver que par une dessiccation rapide, les autres moyens conseillés ne présentant pas une garantie suffisante. Le sorgho se dessèche et se conserve assez bien, et la betterave exige les soins que nous avons indiqués en détail (p. 227 et suiv.).

2° *Vesous et jus sucrés.* — Ces matières ne peuvent se conserver dans leur état normal. Il faut qu'elles soient soumises, le plus rapidement possible, à un chaulage suffisant, l'action de la chaleur ne détruisant pas tous les agents d'altération qui y sont renfermés. Les substances tannantes pourraient être employées avec avantage dans la sucrerie exotique et même dans la sucrerie indigène ; leur emploi serait préférable au chaulage.

3° *Sirops.* — Ils doivent être neutres, autant que possible, mais jamais ils ne doivent présenter d'acidité. On doit les soustraire à l'action d'une température supérieure à + 18° ; mais le plus sûr consiste à ne jamais attendre pour les traiter et en extraire le sucre jusqu'à épuisement. On se trouverait peut-être bien d'y ajouter une certaine quantité de poudre de charbon.

4° *Sucres bruts.* — Ils doivent être parfaitement purgés et secs, si l'on ne veut pas s'exposer à des mécomptes. On ne doit jamais les emmagasiner à l'air humide, et les magasins doivent être ventilés avec soin.

5° *Sucres raffinés.* — Ils n'exigent d'autres précautions que d'être conservés en lieu sec, à l'abri des causes matérielles d'altération.

VALEUR ALIMENTAIRE DES SUBSTANCES SACCHARINES.

On a émis à différentes époques les opinions les plus contradictoires au sujet de la valeur réelle des matières sucrées et du sucre dans l'alimentation ; nous résumons ce qui a été dit de plus important à cet égard, avant de formuler notre opinion personnelle.

Les uns attribuent au sucre des *propriétés nutritives* particulières; il est, selon les panégyristes, *le plus parfait des aliments*, produit l'embonpoint et la longévité : ces propriétés seraient partagées par la canne, le vesou et la bagasse. D'autres, moins tranchants et plus modestes dans leurs affirmations, disent que le sucre, pris à faibles doses, facilite la digestion, notamment des fruits charnus, du lait, du chocolat ; il convient, dit-on, aux tempéraments lymphatiques, il favorise les digestions pénibles, neutralise l'effet des acides de l'estomac et accélère les fonctions gastriques.

Un préjugé vulgaire, partagé par plusieurs médecins, fait regarder le sucre en dissolution comme un calmant; nous verrons à quoi nous en tenir sur cette opinion bizarre. Par contre, les adversaires du sucre le regardent comme échauffant, irritant... Il empâte la bouche, affadit le goût, excite la soif, cause des ardeurs d'entrailles, des tiraillements d'estomac... Il fait maigrir (Boerhaave). Il paraît être nuisible dans l'hypocondrie, le rachitisme, la gastrite et la gastro-entérite ; il agace et noircit les dents et cause des douleurs dentaires très-vives, quand on a des dents cariées et que le nerf est dénudé. Le sucre est contraire aux tempéraments secs et bilieux, aux constitutions nerveuses; il augmente la sécrétion salivaire, irrite les nerfs, produit l'anorexie, et, quelquefois, des pertes séminales nocturnes doivent être attribuées à l'usage prolongé de ce corps.

Starck essaya de se nourrir, pendant quelque temps, avec du pain, de l'eau et du sucre, et il porta celui-ci aux doses de 125, 250, 500 et 625 grammes par jour. Il éprouva bientôt des flatuosités et des nausées; l'intérieur de la bouche s'en-

flamma, les gencives se tuméfièrent; il se produisit des accidents diarrhéiques et hémorrhagiques; enfin des stries livides apparurent sur l'épaule droite... L'expérience fut alors abandonnée.

Carminati prouva que le sucre est d'autant moins nuisible aux animaux que leur organisation les éloigne moins de l'homme; ainsi il tue les grenouilles, les lézards, soit qu'on le leur fasse ingérer ou qu'on l'applique sur la peau, le derme dénudé, ou dans le tissu cellulaire sous-cutané. Il agirait de même sur certains oiseaux, notamment sur les colombes; il pourrait faire périr les poules, etc., tandis qu'il est sans effet sur les chiens, les moutons et beaucoup d'autres animaux.

Tout le monde connaît l'avidité avec laquelle la plupart des oiseaux de volière recherchent le sucre, ce qui contredit un peu les expériences de Carminati, et le chien, le cheval, l'éléphant lui-même, aussi bien que le mouton, la chèvre et le bœuf, en sont très-friands.

D'après M. Magendie, le sucre pur, employé comme aliment exclusif, ne peut suffire à l'alimentation du chien, ni *probablement* à celle de l'homme.

Il nous reste à établir ce que l'on doit penser rationnellement de tout ce qui précède et quelle est l'idée qu'il importe de se faire au sujet du sucre employé comme substance alimentaire.

Principes et faits généraux. — Si nous étudions l'homme au point de vue de sa composition chimique, nous trouverons que tous les tissus mous de son organisation sont de la même nature que l'*albumine*, la *fibrine*, etc. Les parties liquides ne sont autre chose que de l'eau tenant en suspension des particules très-ténues de substances albuminoïdes analogues aux précédentes, telles que des globules de sang, de la fibrine, de l'albumine, des sels en dissolution. Le squelette ou la charpente osseuse se compose de parties cartilagineuses, de nature *albuminoïde*, et de portions osseuses, formées principalement de phosphate et de carbonate calcaire et d'un peu de fluorure de calcium, etc. Nous ne parlons que pour mémoire des *matières grasses*, qui ne sont pas absolument essentielles à l'existence, mais qui nous intéresseront, à l'occasion de la question de l'embonpoint.

Les matières grasses sont formées de *carbone*, d'*hydrogène* et d'*oxygène*... Les substances albuminoïdes formant la masse

du corps sont composées de *carbone*, d'*hydrogène*, d'*oxygène* et d'*azote*....

Il est admis en fait aujourd'hui qu'à l'exception d'une partie de l'oxygène et d'une certaine proportion d'eau, *tous les éléments du corps sont fournis par l'alimentation*.

Il est également reconnu que les matières *non azotées*, comme la fécule, le sucre, les graisses, le beurre, employées *exclusivement*, ne peuvent entretenir la vie, et qu'il en est de même des éléments *azotés employés seuls*. Il faut comprendre ceci des éléments azotés proprement dits, et non pas des mélanges de principes immédiats, tels que la viande, qui renferme, outre diverses substances azotées, des matières non azotées, comme la graisse. De tels mélanges peuvent entretenir la vie pendant un temps fort long, comparativement aux éléments azotés purs. En tout cas il faut, pour la nutrition, employer le concours d'aliments représentant les principes azotés, les substances non azotées et les matières salines du corps.

Par une conception ingénieuse, Liebig a divisé les aliments en matières *plastiques, réparatrices*, et substances *respiratoires, calorifiques*... Ceci n'est pas complètement exact, si l'on ne poursuit pas l'idée du chimiste allemand jusque dans ses conséquences. En effet, bien que les aliments azotés soient essentiellement réparateurs, puisqu'ils sont de la même nature que la masse du corps, on ne peut pas dire qu'une partie de leurs éléments ne concourent pas à la calorification, à la combustion respiratoire, lorsqu'ils ont subi le travail de la digestion et qu'ils pénètrent dans le torrent circulatoire par l'absorption. Il en est de même des aliments calorifiques non azotés, tels que l'amidon, la gomme, le sucre, les graisses, etc., qui peuvent fournir une partie de leurs principes élémentaires à la nutrition proprement dite, en sus de leur fonction spéciale de servir à la combustion physiologique. Ces aliments sont, de plus, la source principale du tissu graisseux, que l'on peut regarder comme une accumulation de matière calorifique mise en réserve dans l'économie.

Il y a donc trois ordres d'aliments, savoir :

1° Les matières azotées, plastiques, réparatrices, ou les nutriments proprement dits... Dans ce groupe se rangent la fibrine, la caséine, l'albumine, la légumine, le gluten et les autres matières albuminoïdes. La chair musculaire doit sa

puissance nutritive à la proportion énorme de ces matériaux qu'elle renferme.

2° Les substances non azotées, calorifiques, respiratoires, qui sont des aliments, à la vérité, mais qu'on ne peut regarder comme *réparatrices*, puisqu'elles ne contiennent pas tous les principes *des corps à réparer*... C'est ici la place de tous les principes végétaux hydrocarbonés, du sucre, de la fécule, etc.

3° Les matières minérales nécessaires à l'accroissement et à l'entretien du squelette et qui se trouvent le plus souvent mélangées avec les substances des deux ordres précédents.

Application. — En réfléchissant aux principes qui viennent d'être exposés, on voit que la matière sucrée est un aliment non réparateur, que ce n'est pas un nutriment, et que le sucre ne peut concourir à réparer la masse du corps, formée de principes azotés, puisqu'il ne renferme pas d'azote.

Ce n'est donc pas le plus parfait des aliments, comme l'affirmait Rouelle : d'autre part, sa composition le range parmi les aliments calorifiques, il est producteur de la graisse, et l'on doit se ranger à l'avis de ceux qui lui attribuent la production de l'embonpoint. Comme tous les corps hydrocarbonés, il détermine une certaine excitation des fonctions vitales, en apportant un élément à la combustion respiratoire. De là, en effet, augmentation de la chaleur intérieure, excitation des mouvements du cœur qui se trouvent augmentés et, par suite, développement du mouvement circulatoire.

Le sucre agit ici comme les excitants alcooliques, mais avec infiniment moins de violence, et il forme, avec les gommes et les fécules, le groupe des excitants les plus inoffensifs. D'après ce qui précède, on comprend qu'il favorise la digestion de toutes les substances aqueuses, lourdes, froides, ou renfermant une grande abondance de principes alibiles, difficilement élaborés par l'estomac.

Le sucre est donc le meilleur condiment des fruits, des œufs, du lait, du chocolat, de certains fromages, et les règles d'une sage hygiène en conseillent l'usage dans une multitude de circonstances.

Une boisson sucrée est le meilleur digestif que l'on puisse ingérer dans une foule de cas, et l'expérience apprend qu'un petit morceau de sucre remplace presque toujours avec avantage les excitants alcooliques, lorsqu'il s'agit de favoriser les

fonctions d'un estomac paresseux. Ses propriétés excitantes le rendent évidemment moins utile chez les individus nerveux, très-excitables, et l'on ne doit jamais professer d'opinions absolues au point de vue de l'alimentation. On comprend déjà que le sucre n'est pas un calmant ; mais sa douce excitation se substituant à l'action énergique de matières irritantes, on a pu aisément prendre le change. Le sucre ne fait pas non plus maigrir, ainsi que le disait l'illustre Boerhaave, puisque son action spécifique est excitante et engraissante.

Lorsque le sucre est pris en excès et en substance, ou même en solution concentrée, lorsqu'il n'est apporté aucune mesure dans l'usage que l'on en fait, il peut, comme les meilleures choses, produire de très-mauvais effets, et agir spécialement comme irritant ; mais on conviendra qu'il ne peut venir à personne la pensée de *manger* une quantité de sucre aussi exagérée que l'a fait Starck, dont l'expérience n'offre rien de concluant. Il aurait pu arriver aux mêmes résultats par l'ingestion de la gomme arabique, que l'on regarde comme un émollient inoffensif.

L'action du sucre cristallisé sur les dents paraît n'être pas contestable ; en tout cas, il affecte douloureusement les nerfs mis à nu, et, d'un autre côté, il est doué d'une propriété remarquable, dont on pourrait tirer plus de parti qu'on ne le fait généralement, savoir : celle de déterger et d'aviver la surface des plaies indolentes et de les amener à bonne cicatrisation.

En résumé donc :

1° *Le sucre ne peut nourrir seul,* mais il contribue à la nutrition par sa puissance calorifique comme aliment respiratoire.

2° C'est le meilleur et le plus sain des condiments.

3° Ses propriétés excitantes en rendent l'usage précieux dans une multitude de circonstances, et, en particulier, l'emploi habituel du sucre dans l'alimentation peut contribuer à détruire la plaie de l'ivrognerie.

4° Il produit l'embonpoint, lorsque son action est aidée par un régime convenable.

5° Il importe que le sucre ne soit pas consommé habituellement *seul et en excès ;* son véritable emploi est celui d'un condiment, en dissolution dans les boissons, telles que le thé, le café, le chocolat, les tisanes et les infusions, en dissolution

et en mélange dans les conserves de fruits, les sirops et confitures, et dans la préparation des mets sucrés.

6° L'adulte peut consommer, sans aucun inconvénient et plutôt avec une grande utilité pour sa santé, une dose journalière de sucre, variant entre 60 et 80 grammes par jour, sous les diverses formes dont nous venons de parler.

Telles sont les principales bases qui peuvent mener à une saine appréciation de la valeur alimentaire du sucre, et le lecteur peut sans hésiter en inférer cette conséquence pratique que, dans une hygiène bien entendue, la consommation du sucre peut et doit s'élever au terme moyen de 20 kilogrammes par tête dans un pays comme la France : on voit quelle est la distance énorme qui nous sépare de ce résultat, puisque notre consommation est six fois moindre que ce chiffre.

DEUXIEME OBSERVATION.

DONNÉES COMPARATIVES SUR LA CANNE A SUCRE ET LA BETTERAVE. RÉSUMÉ DES TRAVAUX DE M. PÉLIGOT. — OBJECTIONS.

Nous nous sommes élevé, dans cette première partie de notre travail, contre la tendance manifestée par les planteurs coloniaux à voir dans la sucrerie indigène une rivale et une ennemie de leur propre industrie : c'est qu'en effet un allié, un auxiliaire ne peut être regardé comme un ennemi, surtout lorsqu'il s'agit du bien public et de l'intérêt commun, et cette idée tombe sous le sens. A Dieu ne plaise que l'on voie dans nos paroles aucune trace de sentiments personnels que nous désavouons hautement, car nous n'avons jamais eu la moindre pensée hostile envers la sucrerie exotique, pas plus qu'envers la fabrication indigène; mais il importerait que les fabricants des colonies, aussi bien que ceux de la mère patrie, comprissent la nécessité de se placer à la hauteur de leur tâche, et ils ne parviendront jamais à ce noble but qu'en étudiant sérieusement ce qui se rapporte à leur industrie, mais surtout en se dépouillant des passions personnelles qui les ont excités les uns contre les autres jusqu'à nos jours.

Un peu d'attention doit suffire à convaincre les esprits impartiaux du peu de valeur des discussions stériles qui ont eu lieu, et il ne faut que jeter un coup d'œil sur la situation réelle de la consommation actuelle pour comprendre que les deux industries sucrières ne peuvent se nuire en aucun cas, et que, réunies par des efforts communs, elles peuvent subvenir aux plus puissantes éventualités.

Supposons la population française égale à 40 millions d'habitants et admettons une consommation moyenne de $3^{k},33$ par tête, ce qui nous donne un chiffre de 133,200,000 kilogrammes. A partage égal, chacune des deux sources de la production du sucre devrait entrer dans ce chiffre pour

66,600,000 kilogrammes, et il y a bien des années où la fabrication n'atteint pas à cette limite.

Par contre, et comme il est rationnel de l'admettre, cette consommation est appelée à s'accroître dans des limites très-étendues, et l'on peut évaluer le chiffre de la consommation utile comme égal à 20 kilogrammes par tête, soit 800 millions de kilogrammes. Il est certain que le sucre, diminuant de valeur vénale, ne serait pas de longues années avant d'être consommé dans cette proportion considérable; mais, pour ne pas susciter de contradictions inutiles, admettons seulement une consommation de 10 kilogrammes par tête, ou 400 millions de kilogrammes pour la population entière. La canne et la betterave ne peuvent fournir chacune à une production de 200 millions de kilogrammes dans les conditions agricoles où elles se trouvent, en sorte que, loin d'avoir à se nuire mutuellement, elle laisseraient encore de la place pour un troisième concurrent, place dont le sorgho est appelé à s'emparer dans un avenir peu éloigné. On sent toute la puérilité des débats qui se sont fait jour à cet égard et combien les idées d'antagonisme qui ont traversé tant de têtes étaient mal fondées.

Nous avons vu que si la canne est plus riche que la betterave, celle-ci, mieux travaillée par des procédés plus ingénieux et plus rationnels, arrive à un rendement égal ou même supérieur. Cependant, on est loin d'obtenir de la betterave ce qu'elle pourrait donner par une culture mieux entendue, par l'amélioration des espèces et par une fabrication mieux étudiée. On peut affirmer hardiment qu'en France la betterave devrait donner un rendement manufacturier d'un tiers au moins plus considérable, mais que le rendement de la canne n'est que le tiers de celui qu'on est en droit d'en obtenir. En effet, une plante dont la richesse est 10 devrait au moins fournir un rendement de 7; et le végétal qui renferme de 16 à 20 de sucre doit produire de 11 à 14... Il s'en faut de beaucoup aujourd'hui que ces chiffres soient atteints; mais le résultat de l'amélioration des procédés manufacturiers seulement conduirait à une production double, ainsi qu'il serait facile de le constater par des chiffres. Nous ne nous y arrêterons pas cependant, et nous allons résumer les divers travaux de M. Péligot sur la canne à sucre, afin de mettre le lecteur

à même d'apprécier les objections que l'on a émises contre les opinions de cet observateur.

Nous avons déjà indiqué dans notre premier livre les résultats obtenus par M. Péligot sur la betterave, et nous n'avons pas à les reproduire ici, mais nous ne pouvons passer sous silence les conclusions de ce savant distingué, au sujet de son travail sur cette racine [1].

M. Péligot déclare, avec une honorable franchise, qu'on ne peut énoncer qu'avec beaucoup de circonspection et de réserve les conséquences pratiques à en déduire pour améliorer la fabrication du sucre ; la question qui se présente est complexe et mérite, dit-il, d'être mûrement méditée par les fabricants ; ses éléments doivent être modifiés par suite du procédé d'extraction employé et des circonstances locales où sont placés les fabricants.

Plusieurs procédés d'extraction se trouvent en présence : le mode suivi en France consiste dans l'évaporation du jus extrait de la racine fraîche, tandis que, dans le nord de l'Europe, on procède par dessiccation et lavage des cossettes... « On sait encore qu'un des grands écueils que présente l'industrie sucrière se rencontre dans la conservation des betteraves arrivées à maturité. Une température trop douce ou trop froide est également funeste à la permanence de la matière sucrée dans cette plante bisannuelle. Les gelées détruisent son organisation ; une température douce pendant l'hiver la fait continuer à végéter aux dépens des divers principes qu'elle a élaborés pendant sa croissance. »

Il ressort de ce qui précède la question de savoir si, dans le procédé de l'extraction du jus, il y a intérêt à agir sur des betteraves non mûres que l'on pourrait travailler beaucoup plus tôt, ou sur des racines tout à fait mûres, lesquelles restent sujettes aux difficultés de la conservation. Nous avons exposé notre manière de voir à ce sujet (p. 221) et nous pensons, avec M. Péligot, qu'il y a là un compte à établir et que cette question ne peut être tranchée que par l'expérience manufacturière. Quand on suit le procédé des cossettes, il est préférable d'attendre la maturité des racines, mais encore y a-t-il

[1] Mémoire présenté à l'Académie des sciences de Paris, le 28 novembre 1838.

une réserve à faire, car, si le procédé de *dessiccation par le soleil* était mis en usage, il conviendrait peut-être d'arracher et de dessécher les betteraves sans attendre leur maturité, surtout dans les pays méridionaux. Sous ce rapport, M. Péligot croit ses expériences propres à fonder des espérances légitimes sur ce mode de dessiccation...

La fabrication n'a pas sanctionné jusqu'à présent cette méthode de dessiccation, contre laquelle on a élevé de nombreuses objections. Nous pensons cependant, conformément à l'idée de M. Péligot, que l'on pourrait en retirer de notables avantages, au moins dans le Midi ; mais il reste à démontrer par l'expérience que l'industrie sucrière peut s'établir fructueusement dans cette région.

En terminant son mémoire sur la betterave, M. Péligot annonçait l'intention de s'occuper de la canne à sucre, et, en effet, moins d'une année plus tard, le savant chimiste présenta sur ce sujet, à l'Académie des sciences de Paris[1], un mémoire dont les conclusions firent une grande sensation dans la fabrication exotique.

Nous croyons devoir en donner ici l'analyse détaillée en reproduisant textuellement les passages les plus importants.

M. Péligot pose en principe que, si la connaissance des produits naturels élaborés par les arts était toujours en rapport avec l'importance des produits fabriqués, la canne à sucre devrait avoir été étudiée et connue depuis longtemps, en ce qui touche sa constitution physiologique et la quantité de sucre qu'elle contient et qu'elle peut fournir. Cela est très-exact, et la connaissance de la quantité précise de matière utile renfermée dans les matériaux traités conduit les arts à des perfectionnements successifs tels qu'ils tendent à se perfectionner constamment, en se rapprochant en pratique des données fournies par la théorie scientifique.

La fabrication exotique n'est pas dans ces conditions; « née à une époque à laquelle *la science ne pouvait pas encore la guider, elle n'a pas recherché plus tard les améliorations* qu'elle pouvait attendre d'une connaissance plus parfaite de la matière première qu'elle exploite; aussi, *elle est restée longtemps stationnaire,* et si, dans ces dernières années, elle a reçu quelques

[1] Le 9 septembre 1839.

perfectionnements, *elle les doit aux efforts intelligents d'une industrie rivale* qui a surmonté avec tant de persévérance les obstacles nombreux qui s'opposaient à son développement. »

M. Péligot pense qu'on doit admettre que *les notions les plus erronées* guident dans son travail le fabricant de sucre de canne ; il ajoute qu'un fait regrettable consiste en ce que l'on n'a pas compris qu'il était juste et même prudent d'*imposer aux colons les perfectionnements dont ils ont besoin*... « Si le gouvernement et les conseils coloniaux avaient donné à cette vieille industrie, *dans le but d'améliorer ses procédés d'extraction*, quelques-uns des encouragements qui n'ont jamais manqué à la fabrication naissante du sucre de betterave, la question des sucres, aujourd'hui si compliquée, ne se serait sans doute jamais présentée. »

Disons, en passant, que les encouragements matériels n'ont jamais manqué à la fabrication exotique, mais que le régime colonial a toujours été un obstacle invincible aux améliorations industrielles. L'ignorance des faits scientifiques et des procédés manufacturiers, l'absentéisme, l'incurie des grands propriétaires coloniaux, l'avidité de leurs régisseurs et plusieurs autres causes doivent être prises en grande considération, sans qu'il soit nécessaire de chercher la raison du marasme colonial dans une négligence des gouvernements qui n'ont cessé de protéger la fabrication exotique par tous les moyens possibles : nous pensons cependant, avec M. Péligot, qu'il eût été juste et prudent de forcer les colons à adopter les améliorations consacrées par la science et la pratique dans l'industrie indigène, et applicables au traitement de la canne.

Quoi qu'il en soit, l'auteur du mémoire s'appuie sur les opinions des auteurs et sur la situation commerciale des colons pour démontrer l'état d'imperfection stationnaire où est restée la fabrication exotique, quant à sa partie théorique et à sa partie manufacturière.

Dans son *Essai sur l'art de cultiver la canne et d'en extraire le sucre*, publié en 1781, M. de Caseaux admet que le vesou est composé de sucre, de mélasse et de graisse ou de parties acides, qui réclament l'emploi de la chaux et de la cendre pour en opérer la division ou la séparation... Cet auteur estime que le sucre et la mélasse se trouvent en proportion égale dans le vesou.... M. Péligot fait remarquer que, si de Caseaux avait

observé que la mélasse varie en quantité, selon les circonstances du travail subi par le vesou, s'il avait publié que cette mélasse provient de l'altération du sucre, au lieu de l'accepter comme un produit naturel et nécessaire, ce fait seul aurait amené de notables perfectionnements.

Dans son *Précis sur la canne à sucre et l'art d'en extraire le sel essentiel*, publié en 1790, Dutrône La Couture distingue trois sucs dans la canne : 1° un *suc aqueux*, inodore, incolore, insipide, contenu dans les vaisseaux séveux ; 2° un *suc sucré muqueux* renfermé dans le tissu médullaire ; 3° un *suc jaune*, odorant, contenant un extrait savonneux et renfermé dans les vaisseaux propres et surtout dans l'écorce. Il ajoute à cela deux sortes de fécule (*débris de parenchyme*) provenant de l'écorce et du tissu médullaire...

Proust admet l'existence dans les plantes du sucre et du mucoso-sucré, dont Deyeux a fait une espèce sous le nom de *sucre liquide*. Il s'autorise des faits indiqués par Dutrône pour conclure que le travail du sucrier n'a d'autre objet que de séparer le sucre liquide du sucre cristallisable. Il a trouvé dans le suc fraîchement exprimé des cannes à sucre de Malaga de la fécule verte, de la gomme, de l'extrait, de l'acide malique, du sulfate de chaux et *les deux espèces de sucre ;* tous ces produits sont, dit-il, à leurs variétés près, les mêmes que ceux que l'on rencontre dans la plupart des fruits.

Vauquelin fit venir, en 1822, du vesou de la Martinique; *ce vesou*, traité par la méthode d'Appert, *était dans un tel état d'altération qu'il n'était plus reconnaissable;* dans quelques-unes des bouteilles le sucre était transformé en acide carbonique, en alcool et même en vinaigre; dans d'autres, il avait donné naissance à une espèce de gomme demi-transparente, si épaisse, qu'elle ne s'écoulait qu'avec difficulté des vases qui la renfermaient.

M. Péligot reçut, en 1839, huit bouteilles de vesou, traité, *par a méthode d'Appert*, par M. Peraud, pharmacien à la Martinique, et 3 kilogrammes de cannes séchées. Le vesou provenait de *cannes fraîches et belles*, venues dans un bon terrain, et passées au moulin, le 12 avril ; il était semblable à celui de la sucrerie. Ce liquide fut introduit dans des bouteilles en verre que l'on boucha avec soin, à la manière des bouteilles de vin

de Champagne ; puis on les plaça dans un bain-marie dont l'eau fut graduellement portée à l'ébullition.

« Cette préparation si simple a réussi aussi bien qu'on pouvait le désirer, ajoute M. Péligot[1], et le vesou m'est arrivé sans avoir subi *aucune altération*. Je l'ai soumis à l'examen de plusieurs personnes qui ont habité les colonies, et elles lui ont reconnu tous les caractères du vesou ordinaire.

« C'est un liquide doué de l'odeur balsamique du sucre de canne brut ; il tient en suspension une matière grisâtre, très-divisée, qui paraît être, ou plutôt qui paraît avoir été la *matière globulaire* qui existe dans les sucs exprimés de presque tous les végétaux. On sait que cette matière est un ferment actif, et c'est à elle qu'on attribue l'altération si rapide de ces sucs conservés quelque temps avec ou sans le contact de l'air. Il *paraît* démontré que la fermentation visqueuse, c'est-à-dire la formation de ce produit gommeux, consistant comme de l'empois, qui s'engendre aux dépens du sucre, dans les jus de betterave et de canne, se développe sous l'influence de cette même matière.

« Or, il est évident que l'emploi du procédé d'Appert est surtout convenable pour empêcher l'action altérante de ce corps, puisque les ferments sont rendus inactifs par l'action de la chaleur, et puisqu'une température de 100 degrés est plus que suffisante pour détruire leur organisation, si, d'après les recherches modernes, on les considère comme des végétaux. Aussi, non-seulement le jus de canne que j'ai reçu n'est pas altéré quand il est étudié peu de temps après l'ouverture du vase qui le renfermait, mais il se conserve pendant plusieurs semaines, sans subir aucune altération.

« Sa densité, prise avec précision, est égale à 108,8, la densité de l'eau étant 100. Il marque 11,8 degrés à l'aréomètre de Baumé. Il rougit si faiblement le papier de tournesol, que son acidité peut être regardée comme presque nulle. Il suffit, pour l'avoir très-limpide, de le filtrer à travers du papier non collé ; il offre alors une couleur citrine très-pâle. »

M. Péligot appliqua à ce vesou la méthode d'extraction que nous avons décrite (liv. Ier), c'est-à-dire le traitement par l'alcool aqueux ; la dissolution hydroalcoolique, placée dans

[1] Il est à noter qu'elle n'avait pas réussi pour Vauquelin.

le vide avec un vase renfermant de la chaux vive, abandonne son eau à ce dernier corps, et l'alcool, en passant peu à peu à l'état anhydre, laisse précipiter le sucre prismatique à mesure qu'il se concentre.

Ce procédé a paru trop compliqué à l'auteur pour le traitement du vesou, puisque la simple évaporation à feu nu d'une partie de vesou filtré suffit pour donner, au bout de quelques jours, un résidu solide et cristallin, qui est du sucre *à peu près pur*. Tout le procédé à suivre pour fixer le poids des matières solides dissoutes dans le vesou consiste à en évaporer une certaine quantité dans une capsule tarée, et à peser de nouveau cette capsule, quand la masse qu'elle renferme cesse de diminuer de poids sous l'influence du vide ou de l'air sec.

On peut encore évaporer le vesou à froid dans le vide, en présence de l'acide sulfurique concentré ; le sirop qui en résulte ne cristallise pas et refuse même de se solidifier ; mais en le délayant avec un peu d'alcool, et en évaporant de nouveau dans le vide, on obtient une masse cristalline, cassante, que l'on peut peser dans un état de siccité parfaite.

M. Péligot attribue cette action de l'alcool à la précipitation d'une très-petite quantité de matière étrangère au sucre, laquelle empèche la cristallisation de ce produit immédiat, et il conteste l'existence du sucre liquide, en tant que variété distincte. Dans son opinion, cette variété résulterait toujours du mélange du sucre de canne et du sucre de raisin avec des matières gommeuses ou salines, ou même avec des produits de l'altération de ces deux sucres, ce qui suffirait à empêcher la cristallisation du sucre prismatique.

Quoi qu'il en soit, le savant analyste nie la présence du sucre liquide dans le vesou, qui renfermerait :

Eau	78,7
Matières solides	21,3
	100,0

Ces matières solides seraient du sucre brut à peu près pur, et les substances étrangères qui s'y trouvent mélangées seraient dans une proportion tellement minime qu'on en aurait beaucoup exagéré l'importance.

En résumé, la composition du vesou, sur 1000 parties, serait conforme aux données suivantes :

Eau..................	771,7
Sucre.................	209,0
Sels minéraux.........	17,0
Produits organiques.....	2,3
	1000,0

Ainsi, le jus de canne ne serait que de l'eau sucrée, à peu près pure, composée de 1 partie de sucre pour 4 parties d'eau environ... Le sucre incristallisable, la mélasse se produirait par l'altération que subit le sucre dans le travail, et cela aussi bien pour la betterave que pour la canne à sucre. Cette altération reconnaît pour causes principales l'action de la fermentation et l'influence mal dirigée de la chaleur pendant la concentration.

M. Péligot blâme avec raison la disposition de l'équipage, dans lequel, contrairement aux principes les plus élémentaires, le sucre est soumis à une chaleur d'autant plus forte que sa dissolution est plus concentrée, et il conseille de pratiquer tout le contraire, c'est-à-dire de placer le foyer sous la grande, et de l'écarter le plus possible de la batterie. De cette manière, les ferments du vesou seraient détruits par une rapide application de la chaleur, et l'on aurait moins à redouter l'altération de la matière sucrée. D'un autre côté, on fait une perte énorme dans l'écrasement des cannes, qui sont fort loin d'être épuisées au sortir des rolls...

D'après l'examen des cannes séchées au four, à + 60°, lesquelles avaient déjà perdu 68,7 d'eau pour 100 et qui en retenaient encore 0,09 ou 0,10, M. Péligot trouva que la canne *fraîche* contiendrait 72 parties d'eau et 28 de matières solides; la canne *sèche* contient 64,7 de parties solubles dans l'eau, et 35,3 de parties insolubles. Il en déduit la composition suivante pour la canne fraîche :

Eau..................	72,1
Sucre.................	18,0
Ligneux...............	9,9
	100,0

Il convient de remarquer que le produit liquide du lavage

des cannes sèches, soumis à l'évaporation, *n'a pas cristallisé en entier*, comme le vesou, et qu'il a toujours donné une *forte proportion de sucre liquide*, ce que M. Péligot attribue à l'altération de ces cannes ; ce fait rendrait illusoire la dessiccation de la canne comme devant servir de base à une nouvelle méthode d'extraction du sucre...

En ce qui touche l'action incomplète des rolls, M. Péligot nie l'opinion de M. Avequin, dont les observations conduisent à une perte de 407 de vesou et 64,08 de sucre sur 1000 parties de canne; les recherches consciencieuses du pharmacien de New-Orléans sont d'ailleurs propres à confirmer les idées de Dutrône et de Proust, et nous avons vu (liv. Ier) que cet observateur admet l'existence du sucre incristallisable dans la canne... M. Péligot pense que l'on pourrait traiter la bagasse par l'eau bouillante, au sortir des rolls, puis l'exprimer de nouveau; il insinue aussi que la dessiccation au soleil, suivie d'un lavage méthodique, pourrait être employée pour l'épuisement de cette bagasse.

Enfin, M. Péligot termine son mémoire par une phrase remarquable :

« Dans mon opinion, dit-il, si la betterave était cultivée dans les colonies, elle ne fournirait pas de sucre par les procédés qu'on y emploie pour travailler la canne; si cette dernière plante pouvait exister en France, la quantité de sucre qu'on saurait en retirer rendrait bientôt cet aliment d'un prix abordable à toutes les classes de la population. »

On peut résumer toute l'essence de ce premier travail en deux lignes, puisqu'il ne consistait en réalité que dans la négation du sucre incristallisable, que M. Péligot déclare ne pas préexister dans la canne, laquelle renfermerait 18 pour 100 de sucre prismatique à peu près pur. La conclusion était évidemment forcée, et elle n'aurait dû s'appliquer qu'à la matière traitée, sans aucune tendance à la généralisation. Quoi qu'il en soit, le mémoire de M. Péligot fit sensation dans l'opinion publique, et le ministre de la marine chargea M. Dupuy de faire une série d'expériences sur la composition de la canne, à la Guadeloupe même; des échantillons devaient être envoyés en France pour permettre à M. Péligot la continuation de ses recherches. M. Dupuy reçut les instructions du savant professeur sur la nature des travaux auxquels il devrait se livrer,

ainsi que sur le choix, la préparation et l'expédition des produits à envoyer comme échantillons.

M. Dupuy adressa trois mémoires successifs en octobre 1840, avril et décembre 1841, et M. Péligot en fit, le 17 juin 1842, l'objet d'un rapport au ministre de la marine. Ce travail renferme l'analyse des mémoires de M. Dupuy, quelques expériences nouvelles de M. Péligot et ses réponses à diverses objections.

Nous en reproduisons les idées les plus saillantes :

Premier mémoire de M. Dupuy. — M. Dupuy, dans son premier mémoire, prétend que la canne a beaucoup dégénéré aux Antilles, et cette opinion a trouvé des partisans et des contradicteurs... Attachant une juste importance à la quantité du vesou extrait de la canne, M. Dupuy a fait, pour établir le chiffre de ce rendement, des expériences nombreuses qui ont eu lieu dans les circonstances ordinaires de la fabrication.

Il a trouvé, en moyenne, que 100 parties de cannes donnent en vesou les rendements suivants :

61,8 par les moulins hydrauliques;
61,2 par les cylindres horizontaux ;
60,9 par les moulins à vapeur;
59,3 par les moulins à eau et à vent;
59,2 par les cylindres verticaux ;
58,5 par les moulins à bêtes ;
56,4 par les moulins à vent.

M. Dupuy prend pour base le chiffre 59,3, répondant aux moulins les plus nombreux, et il établit qu'il faudrait obtenir un rendement en vesou de 65 à 66 pour atteindre une augmentation convenable sur la quantité du sucre, tout en ménageant le combustible...

Cette différence de 59 à 65, soit 0,06 en vesou, suffirait pour porter à 228 boucauts de 500 kilogrammes la production d'une habitation qui ne dépasse pas annuellement le chiffre de 200 boucauts, et un tel résultat élèverait la production annuelle de la Guadeloupe de 70,000 boucauts à 79,800.

De son côté M. Avequin établit à New-Orléans un rendement en vesou de 50 seulement; M. Sénez, de Cayenne, n'a obtenu que 36, et si M. Dupuy trouve pour la Guadeloupe un chiffre moyen de 56 pour 100, de son côté, M. Guignod, à la Martinique, aurait obtenu 0,70 en vesou, en faisant

subir deux pressions successives à la matière première.

M. Paul Daubrée conteste le chiffre de M. Dupuy.

« Ayant été à même de contrôler ce chiffre sur des habitations mal outillées, et le nombre en est considérable, nous sommes resté convaincu que la moyenne n'est en réalité que 50 pour 100 ; 0,5 seulement sont donc obtenus et 0,4 restent dans les parties ligneuses qu'on appelle vulgairement bagasses [1]. »

M. Péligot admet que la partie la plus essentielle du travail colonial, l'extraction du vesou, laisse beaucoup à désirer, et il propose plusieurs méthodes pour augmenter le rendement en vesou :

1° L'emploi de moulins puissants *devant donner en pratique* 70 de vesou et 76 par suite d'une seconde pression... Ce moyen serait assez limité par suite de l'état précaire de l'industrie coloniale.

2° L'addition d'un quatrième roll, produisant immédiatement la seconde pression... Nous avons déjà vu que cette addition n'aurait que rarement de bons résultats et que les laminoirs à cinq rolls sont restés eux-mêmes à l'état de projet. M. Péligot conseille de faire arriver sur la bagasse un petit filet d'eau, au moment où elle va subir la seconde pression, et cette indication devait être remplie par l'injection de la vapeur dans les rolls que nous avons décrits.

3° L'immersion de la bagasse dans l'eau, suivie d'une seconde pression, augmenterait beaucoup le rendement en sucre. Si le vesou primitif marque 10° Baumé, le liquide de seconde pression marquera 5° Baumé, et si l'on obtient quantité égale de liquide dans les deux pressions, soit 56 pour 100, on aura 56 à 10° Baumé + 56 à 5° Baumé, ensemble 112 à 7°,5 Baumé, ce qui revient à 79 de vesou à 10° Baumé. Il résulterait de ces chiffres un rendement de 10 pour 100 en sucre, au lieu de 7,1 pour 100, et telle habitation, produisant 100,000 kilogrammes de sucre, verrait son produit s'élever à 141,000 kilogrammes.

On peut objecter à cette méthode que la bagasse, plus épuisée et plus divisée, sera moins propre à servir de combustible ; mais rien n'empêcherait de l'agglomérer et de suppléer à son insuffisance par l'emploi de la houille, qui laisserait en-

[1] *Question coloniale sous le rapport industriel,* 1841

core de la marge à un bénéfice considérable. Cette méthode du lavage de la bagasse suivi d'une seconde pression aurait, d'ailleurs, été pratiquée avec avantage par M. de Jabrun, qui aurait extrait 1/5 de sucre de plus que par la méthode ordinaire, suivant le rapport de M. Dupuy.

4° M. Péligot pense qu'il est probable que l'on pourrait appliquer avec avantage à la canne le procédé de macération de Mathieu de Dombasle; on pourrait ainsi supprimer les moulins lamineurs et obtenir la presque totalité du sucre de la canne. Nous avouons que nous partageons entièrement cette opinion, malgré quelques objections qui ont été faites; il faudrait employer l'eau chaude comme liquide macérateur, ainsi que l'indique l'habile professeur au Conservatoire, mais cela ne serait plus nécessaire, si l'on se servait d'une solution légère de tan ou de lait de chaux faible pour déplacer le sucre.

5° Enfin, on pourrait dessécher la canne et la traiter sur les lieux de production ou en France.

Deuxième mémoire de M. Dupuy. — M. Dupuy a trouvé que les cannes dont le vesou marquait 10°,5 Baumé, à + 28° de température, perdaient 72 pour 100 de leur poids à + 100°, ce qui lui a donné 0,28 de résidu solide. Cette matière solide serait ainsi composée :

Matières solubles.....	17,8	
Sels................	0,4	= 28
Ligneux.............	9,8	

M. Guignod avait trouvé que la canne renferme 13 pour 100 de ligneux; mais comme il n'a pas indiqué la température à laquelle a été opérée la dessiccation de la bagasse, on ne peut rien conclure du chiffre indiqué par ce planteur.

Le vesou envoyé par M. Dupuy ne s'était pas conservé... « La plupart des bouteilles offraient un degré d'acidité très-marqué et une saveur vineuse, à la fois piquante et alcoolique, indice d'une fermentation plus ou moins avancée. » M. Péligot attribue ce mauvais résultat à la manière dont les bouteilles étaient bouchées.

Les cannes fraîches, transmises par M. Dupuy, étaient toutes profondément altérées; elles ont fourni, par une pression assez faible, une grande quantité de jus. Ce liquide était un

peu visqueux, d'un jaune clair, peu acide, d'une saveur sucrée franche et d'une odeur analogue à celle des pommes de reinette. Soumis à l'évaporation, pur ou déféqué, il n'a pas fourni de cristaux de sucre, même après un laps de temps assez considérable; l'alcool en séparait une matière visqueuse assez abondante. M. Péligot a trouvé que ces cannes ne fournissaient plus qu'un résidu de 20 à 24 pour 100, et il pense qu'elles ont subi une dégénérescence différente de la fermentation alcoolique. Cette opinion est, en effet, fort probable, en présence du peu d'acidité du jus; cependant, nous pensons que l'on aurait pu conserver parfaitement ces cannes, si elles avaient été enveloppées d'une couche épaisse d'argile à potier bien malaxée et battue.

Les cannes desséchées étaient parfaitement conservées.

M. Péligot revient sur la préexistence du sucre liquide dans la canne, et, partant de ses expériences sur le vesou envoyé par M. Peraud, il se félicite d'avoir pu rectifier cette vieille erreur... M. Biot a trouvé, dans ce *même vesou*, 20,21 de sucre prismatique pour 100.

De son côté, M. Hervy déclare : « 1° qu'il n'y a pas de sucre incristallisable préexistant dans la canne à sucre; 2° que les sels réagissent sur le sucre cristallisable, de manière à produire la mélasse; que leur action n'a pas lieu pendant la végétation, mais bien par suite des manipulations. »

M. Péligot a trouvé que le vesou de cannes renferme de 0,015 à 0,020 de matières fixes, et de 0,003 à 0,006 de substances organiques ou volatiles; le jus de betterave contient de 0,015 à 0,025 de ces dernières substances. Voici les principaux résultats des analyses faites sur les cannes sèches, rapportées à la composition normale qu'elles présentent à l'état frais :

1° Cannes plantées............	Eau............................			73,9
	Résidu sec.	26,1	Mat. solubles..	17,2
			Ligneux.......	8,9
				100,0
2° Premiers rejetons (2e pousse).	Eau............................			71,7
	Résidu sec.	28,3	Mat. solubles..	17,8
			Ligneux.......	10,5
				100,0

3° Deuxièmes rejetons (3e pousse)	Eau			71,6
	Résidu sec.	28,4	Mat. solubles	16,4
			Ligneux	12,0
				100,0
4° Troisièmes rejetons (4e pousse)	Eau			73,0
	Résidu sec.	27,0	Mat. solubles	16,8
			Ligneux	10,2
				100,0
5° Nœuds de cannes	Eau			70,8
	Résidu sec.	29,2	Mat. solubles	12,0
			Ligneux	17,2
				100,0
6° Cannes de huit mois	Eau			73,9
	Résidu sec.	26,1	Mat. solubles	18,2
			Ligneux	7,9
				100,0
7° Cannes de dix mois	Eau			72,3
	Résidu sec.	27,7	Mat. solubles	18,5
			Ligneux	9,2
				100,0
8° Partie inférieure de la canne.	Eau			73,7
	Résidu sec.	26,3	Mat. solubles	15,5
			Ligneux	10,8
				100,0
9° Partie centrale de la canne.	Eau			72,6
	Résidu sec.	27,4	Mat. solubles	16,5
			Ligneux	10,9
				100,0
10° Partie supérieure de la canne.	Eau			72,8
	Résidu sec.	27,2	Mat. solubles	15,5
			Ligneux	11,7
				100,0

En traitant ces cannes par l'alcool ou par l'eau, M. Péligot a constaté que la *presque totalité* des matières solubles qu'elles contenaient était du sucre cristallisable... « L'ensemble de ces résultats conduit à admettre qu'on connaît aujourd'hui la

composition moyenne de la canne : il établit d'une manière définitive que les substances gommeuses, mucilagineuses, etc., dont on supposait l'existence, ne se trouvent pas dans cette plante, pas plus que le sucre incristallisable. »

Un observateur aussi habile ne pouvait se borner à indiquer simplement un fait de cette importance, sans aborder le côté pratique de la question ; aussi M. Péligot n'a eu garde de commettre cette faute. « La mélasse ne préexiste pas dans la canne, dit-il, cela est aujourd'hui certain ; d'où vient donc celle qu'on obtient constamment dans l'extraction de son sucre ? Quels sont les moyens, sinon d'éviter entièrement sa production, au moins d'en diminuer la proportion ? »

Les causes de la production de la mélasse sont de deux ordres : les unes peuvent être évitées, au moins en partie, les autres doivent continuer à exercer leur fâcheuse influence, parce qu'elles tiennent moins aux procédés de travail qu'à la nature même de la canne et du sucre qu'on en retire... Ces diverses causes sont ensuite indiquées et discutées.

1° *La fermentation visqueuse* est regardée par M. Péligot comme la cause productrice de la *gomme* des auteurs ; cette matière est insoluble dans l'alcool, qui la précipite en réseau blanc nacré ; elle offre la composition élémentaire de l'amidon, et a des propriétés analogues à celle de ce corps. Elle rend le vesou épais, visqueux et filant, et sa production est proportionnelle à l'élévation de la température et au temps du séjour du vesou dans les bacs. M. Péligot attribue sa formation à l'action d'un *ferment globulaire* particulier ; elle se forme aux dépens du sucre, rend l'évaporation difficile, retarde ou empêche la cristallisation, et elle coïncide avec la présence d'un acide qui contribue peut-être à la destruction du sucre. On s'oppose à cette dégénérescence par la défécation, l'ébullition et l'action du noir, et M. Péligot pense que la méthode de la macération serait un bon moyen d'empêcher la production de cette matière.

2° *L'emploi d'une température parfois trop élevée à la concentration des jus* amène nécessairement la caramélisation d'une portion du sucre, ce qui augmente la mélasse et crée une difficulté pour la cristallisation. On peut y obvier par les appareils à cuire dans le vide...

3° *L'acidité ou l'alcalinité trop grande du vesou* est encore une

cause puissante d'altération... Cela est reconnu ; mais si l'acidité observée dans le vesou altéré est due aux acides acétique et lactique seulement, ce n'est pas à ces corps que l'on doit attribuer la destruction du sucre, puisqu'ils n'ont pas d'action sur ce principe.

Le seul fait réel consiste en ce qu'ils favorisent l'action spéciale des ferments, et que ceux-ci changent au préalable le sucre prismatique en sucre de fruits avant de subir la fermentation alcoolique. L'acide acétique apparaît à la suite de l'alcool, et l'acide lactique se produit aux dépens du sucre de fruits, en présence de la caséine végétale qui se trouve dans la canne.

L'enivrage par la chaux empêche ou retarde cette altération ; mais si l'action de la chaux est indispensable dans le traitement de la betterave, M. Péligot est convaincu de l'inutilité de la défécation dans le cas où l'on aurait à agir sur du vesou non altéré... Il la regarde comme utile, surtout pour la clarification ; elle équivaut à une filtration rapide et oblige à chauffer le vesou, mais elle y introduit des sels calcaires incristallisables qui maintiennent une portion du sucre à l'état liquide.

Dans les vesous altérés par un commencement d'alcoolisation, la chaux sature l'acide carbonique, forme du glucate de chaux, puis du mélassate de la même base, qui est, avec le caramel, le principe colorant des sucres bruts et des sirops. . Il est préférable d'avoir ces sels dans les sirops que le glycose, parce qu'ils sont plus fluides et s'opposent moins à la cristallisation. Les jus déféqués doivent être aussi neutres que possible, mais ordinairement ils sont très-légèrement alcalins ; cette alcalinité est due au glucate ou au sucrate de chaux. Ce dernier sel rend la cuite et la cristallisation plus difficiles. Un excès de chaux serait surtout nuisible dans les colonies où l'on ne se sert pas de noir, le pouvoir absorbant de ce corps étant un auxiliaire plus puissant de la fabrication sucrière que son pouvoir décolorant.

Enfin, M. Péligot trouve un inconvénient à l'emploi de la chaux dans la formation du *cal* incrustant ou de la croûte calcaire qui tapisse les chaudières de l'équipage... Ce cal conduit mal la chaleur ; on le détruit en brûlant la chaudière, c'est-à-dire en la portant au rouge. M. Avequin attribuait la formation de cette matière incrustante au biphosphate de chaux qui

existerait en grande abondance dans la canne ; mais M. Péligot y trouve 51 pour 100 de matière organique combinée à la chaux et mélangée de phosphate de chaux qui proviendrait de la chaux employée elle-même, cette chaux étant le résultat de la calcination des coquilles marines.

4° *L'existence de sels minéraux dans la canne* contribue à la formation de la mélasse ; ainsi, le chlorure de sodium s'unit à six parties de sucre, et ce composé s'oppose à la cristallisation d'une autre portion de sucre... M. Péligot estime que 1 ou 2 pour 100 de sels empêchent la cristallisation de 10 à 15 de sucre. Le poids de ces sels est-il proportionnel à celui du sucre ?... On sait que *les engrais les plus énergiques sont ceux qui conviennent le moins à la betterave destinée à fournir son sucre ;* on sait que cette plante s'approprie et s'assimile avec une merveilleuse avidité tous les sels qui sont contenus dans le terrain qui l'environne... C'est probablement à la même cause, à la présence des sels solubles en trop grande quantité dans le sol, qu'il faut attribuer la difficulté d'exploiter les *cannes* dites *folles*, venues dans les terrains vierges nouvellement défrichés et rendus trop fertiles par les sels fournis par l'incinération des arbres qui les couvraient. Ces cannes, tout en offrant un grand développement, une végétation luxuriante, fournissent des sirops à peu près incristallisables.

L'auteur du rapport que nous analysons *pense* encore que l'on doit attribuer à la même cause l'influence pernicieuse des cannes non mûres sur la qualité du vesou. Il ne *croit* pas qu'il existe jamais une substance organique, telle que la gomme ou le mucilage, qui précède la formation du sucre, et qui diminue ou empêche même, par sa présence, la cristallisation de celui-ci. M. Péligot regarde comme *infiniment probable* que, dans la canne et les autres végétaux sucrés non acides, les circonstances de la formation du sucre sont les mêmes ; or, comme il croit avoir démontré que le sucre existe à toutes les époques du développement de la betterave, *à peu près* dans les mêmes proportions, quant à l'eau et aux autres principes solubles, il regarde comme *vraisemblable* qu'il en est de même pour la canne ; que les cannes non mûres ne contiennent jamais que du sucre cristallisable, sans mucilage, et qu'on doit attribuer la difficulté de les travailler à la prédominance des sels, dont la sécrétion est *antérieure à celle du sucre.* La même explication

peut être donnée pour le sommet de la canne, qui renferme plus de sels que la partie inférieure. M. Péligot ajoute avec raison que, *si ces conjectures sont fondées*, il y aurait un choix et un triage attentifs à faire pour les engrais ; ceux qui sont *riches en substances végétales*, d'une facile décomposition, *pauvres en sels minéraux*, conviennent *probablement* le mieux. La *boue de mer*, employée à la Guadeloupe, ne renferme-t-elle pas trop de matières salines ? N'est-ce pas à leur peu d'efficacité réelle que l'on doit l'avantage que l'on trouve à employer *certains engrais* expédiés d'Europe, et d'une vertu très-contestable, à en juger d'après leur composition ?...

Après avoir exposé les causes de la production de la mélasse, M. Péligot fait observer qu'il est loin de prétendre que la production de ce résidu doive être évitée tout entière, puisqu'une certaine quantité d'eau-mère, de sirop incristallisable, de mélasse, est nécessaire pour que le sucre soit obtenu avec *son aspect marchand*, ce qui tient à la nécessité d'une cristallisation rapide et libre dans un milieu dense et liquide ; sans cela, on n'obtiendrait, par une cristallisation subite, qu'une masse vitreuse comme celle du sucre d'orge, et, par une cristallisation très-lente, on produirait des cristaux volumineux de candi. Mais l'eau-mère qui a donné la moitié de son sucre peut abandonner le reste par des décantations et des évaporations successives ; la mélasse est susceptible de cristallisation, à la suite d'une nouvelle cuisson, pourvu que cette opération soit immédiate, car, en conservant longtemps le sirop d'égout, il devient décidément incristallisable.

« *Il semble*, ajoute le savant professeur, qu'en ajoutant aux cuites nouvelles le sirop d'égout récent, de manière à ne pas conserver de mélasse, le rendement en sucre se trouverait beaucoup augmenté... Cette pratique réussit même dans la fabrication du sucre de betterave... Elle n'est possible, d'ailleurs, dans tous les cas, qu'autant que ces mélasses proviennent d'une fabrication dans laquelle on a évité le mieux possible les causes accidentelles de destruction du sucre qui ont été précédemment discutées. »

Troisième mémoire de M. Dupuy. — Dans cette dernière partie de son travail, M. Dupuy annonce que de nouveaux laminoirs à rolls horizontaux fournissent à quelques colons 70 à 72 de vesou au lieu de 55 à 60, puis il s'étend sur la des-

siccation de la canne, son traitement en cossettes et son exportation en France. Les cannes, coupées obliquement en tranches de 2 ou 3 millimètres, ont été, les unes, séchées au feu, à + 60° ou + 80° en douze et quinze heures, les autres, séchées au soleil à + 45° : 100 parties de ces cannes, desséchées à 30 pour 100 de résidu [1], traitées pendant trois heures par 500 parties d'eau à + 26 degrés centigrades, ont donné un liquide marquant de 1025 à 1035 au densimètre de Collardeau, et le résultat a été compris entre 24 et 30 de sucre marchand. Ce résultat conduit à 9 kilogrammes de sucre au lieu de 7 kilogrammes que l'on obtient dans les sucreries les mieux installées... M. Péligot fait observer que ce chiffre n'est pas assez considérable, puisque les cannes renfermaient deux parties de sucre environ pour une de ligneux, et que les lavages méthodiques jusqu'à épuisement auraient fourni plus de rendement par un procédé tout aussi manufacturier.

Cette observation est très-juste, et il n'y a pas lieu de beaucoup s'étonner du produit accusé par M. Dupuy, car les 100 kilogrammes de cannes séchées à 30 pour 100 de résidu équivalent à 333 kilogrammes de cannes sèches et représentent 59k,94 de sucre, selon les données de M. Péligot. Or, les 24 à 30 kilogrammes obtenus par M. Dupuy ne donnent qu'une moyenne de 27, inférieure à la moitié du sucre contenu dans ces cannes.... Nous pensons qu'on aurait pu les épuiser à peu de chose près, et retirer, par une macération bien entendue, au moins 58 de sucre et mélasse. Nous disons sucre et mélasse, parce que nous ne croyons pas qu'il soit possible d'éviter industriellement ce dernier produit.

L'atelier construit à la Guadeloupe, pour le desséchement des cannes, n'ayant pu fonctionner en temps utile, M. Péligot regarde cette question comme étant seulement ajournée, et il discute la valeur de cette opération qu'il déclarait illusoire dans son mémoire de 1840... Cette méthode, qui ne serait pas économique, d'après M. Guignod, présente une difficulté à laquelle on n'a pas attaché assez d'importance, surtout au point de vue de l'expédition de la canne desséchée, pour être traitée en Europe. La conservation du sucre inaltéré dans les cannes desséchées paraît très-douteuse à M. Péligot, sous le rapport

[1] Répondant par conséquent à 333 parties de cannes vertes...

pratique, et si une dessiccation complète est facile à exécuter en petit, peut-elle être réalisée quand on opère sur une vaste échelle? Pourra-t-on préserver la matière de l'humidité pendant une longue traversée? Ce problème domine tous les autres par son importance, et M. Péligot ne croit pas qu'il soit résolu. Dans l'opinion de cet observateur, si la dessiccation de la canne peut offrir des avantages, c'est à condition que l'extraction de son sucre se fera sur place, et la nécessité d'aller faire au loin la macération de la canne n'existe pas en réalité. Il est préférable d'aller chercher de bons procédés pour les rapporter vers les produits que d'envoyer ceux-ci à la recherche des procédés. On a bien parlé de la possibilité d'utiliser la bagasse à la fabrication du papier, mais cette affirmation n'offre que peu d'importance réelle, la valeur de la bagasse pour cet objet n'étant guère supérieure à celle de la paille, tandis qu'aux colonies elle offre, comme combustible, un avantage incontesté.

M. Péligot termine son travail par des observations chaleureuses adressées au ministre en faveur de l'abolition de la surtaxe qui frappe les sucres bruts blancs ou terrés. Ces observations, très-justes à l'époque où elles furent émises, n'offrent plus aujourd'hui le même intérêt, surtout depuis que la législation nouvelle a établi une parité désirable entre les sucres des deux origines.

Objections. — Comme on le pense aisément, des objections de toute espèce n'ont pas manqué d'être faites au sujet des travaux de M. Péligot, et, comme toujours, elles ont été loin d'être marquées toutes au cachet de la justice et de la raison. Il y en a peu qui soient incontestables, si l'on excepte celles qui portent sur la promptitude avec laquelle l'auteur a généralisé ses conclusions, en affirmant la non-préexistence du sucre liquide dans la canne et dans la betterave. Nous admettons que M. Péligot n'en ait pas trouvé dans les matières soumises à son examen; mais ce fait ne l'autorisait pas, selon nous, à conclure que la canne ne renferme *jamais* que du sucre prismatique. La canne ne fait pas exception à la règle, et si, à certaine époque de sa croissance, elle *peut* ne renfermer que du sucre cristallisable, il nous semble que de nouvelles études sont à faire aux lieux de production pour élucider ce point difficile. C'est ici surtout que la polarimétrie serait appelée à rendre de grands services aux expérimentateurs.

Quoi qu'il en soit, nous reproduisons les principales raisons alléguées contre les expériences de M. Péligot :

1° L'efficacité du procédé d'Appert ne paraît pas évidente, puisque l'envoi fait par M. Peraud est le seul qui se soit conservé, tandis que celui de M. Dupuy, celui fait à Vauquelin, etc., avaient subi une détérioration complète... On doit avouer que cette objection présente quelque chose de sérieux et de plausible.

2° M. Péligot aurait dû opérer sur les lieux, et examiner à plusieurs reprises le vesou normal et les altérations qu'il éprouve. Il *suppose* que la mélasse n'est due qu'aux altérations du sucre cristallisable seul préexistant dans la canne, mais les faits pratiques sont opposés à cette manière de voir.

3° La possibilité d'extraire du sucre de la canne sans le secours de la chaux était connue avant les expériences de M. Péligot, puisqu'il en est question dans plusieurs auteurs du commencement du siècle.

4° Les différences constatées par M. Péligot entre son vesou conservé et le vesou normal conduisent à cette conséquence forcée : ou M. Peraud a *manipulé* son vesou avant de l'envoyer, ou le procédé d'Appert offre une action particulière qu'il importerait de faire connaître... En tout cas, si le vesou de M. Peraud était le même que celui des sucreries, pourquoi M. Péligot n'a-t-il pas retrouvé au fond des bouteilles les mêmes impuretés qu'on observe dans le vesou?

Nous devons dire, à propos de cette objection, que nous ne croyons pas que M. Peraud ait envoyé à M. Péligot le même vesou que celui qui est *vomi* par les presses, et dans lequel on trouve une quantité considérable d'impuretés en suspension. Ce pharmacien avait *au moins* filtré son liquide avant de le soumettre à la méthode d'Appert; cela nous paraît extrêmement probable.

5° On demande ce qu'est devenu le coagulum résultant de l'action de la chaleur sur les matières albuminoïdes dissoutes dans le vesou.

6° Pour que les affirmations des chimistes européens puissent acquérir une valeur industrielle incontestable, elles devraient être faites sur les lieux de production; il faudrait opérer sur la canne à différents âges, dans des localités différentes, sur la plupart des espèces; il faudrait tenir compte de la qua-

lité du sol, de l'influence de la saison, soit pendant les cultures, soit à la récolte, du degré de maturité, de l'époque de la récolte, etc.

M. de Caseaux a trouvé, en effet, des différences notables dans le rendement saccharin du vesou, à des époques variables; ainsi 1,600 volumes[1] lui ont donné en sirop (sucre et mélasse) :

1° En janvier....	200 volumes.
2° En février....	230 à 260 volumes.
3° En mars.....	260 à 300 —
4° En avril.....	320 volumes.

L'échantillon de M. Peraud ne peut servir de base à une appréciation générale, puisqu'il a été récolté à l'époque du maximum de richesse saccharine.

Nous passons sous silence les autres objections plus ou moins passionnées qui ont été soulevées à une certaine époque, et nous nous bornons à faire remarquer la nécessité absolue où l'on se trouve d'apporter la plus grande réserve dans les conséquences d'une expérimentation de ce genre. Or, ce n'est pas le manque de réserve en ce sens que l'on doit reprocher au chimiste dont nous venons d'analyser les travaux à l'égard du sucre ; M. Péligot ne s'est prononcé affirmativement que sur un seul point, celui de la non-préexistence du sucre incristallisable, il n'en a déduit les conséquences que sous une forme hypothétique, et fort peu de ses antagonistes ont été aussi modérés dans leurs discussions. Le travail de M. Péligot se recommande donc à l'attention sérieuse des fabricants ; et si, comme cela est très-possible, il a été induit en erreur par diverses circonstances, il n'en est pas moins exact de dire que ses mémoires sont remplis de justes et saines appréciations, et que les fabricants peuvent y trouver d'excellentes idées au point de vue de la pratique manufacturière.

[1] Pintes.

TROISIEME OBSERVATION.

COMPLÉMENT A LA SACCHARIMÉTRIE. — TABLES SACCHARIMÉTRIQUES.

Quoique bien des personnes se plaignent de la difficulté qu'elles éprouvent dans les expériences polarimétriques et qu'elles accusent des erreurs variables, nous pensons qu'il n'est pas difficile de se mettre à l'abri de ces inconvénients. Il importe d'abord de s'astreindre aux règles que nous avons exposées dans le chapitre spécial que nous avons consacré à la saccharimétrie optique ; c'est la première précaution à prendre pour réussir dans cette opération analytique. D'un autre côté, une liqueur étant donnée, la justesse de l'œil et le plus ou moins d'habitude feront varier les résultats de 0,01 ou 0,02. Supposons que le liquide renferme 100 grammes de sucre par litre, la notation pourra varier entre 98 et 102 grammes. Si nous prenons la simple précaution d'étendre la liqueur d'essai de dix fois son poids d'eau, l'erreur de 0,01 ou 0,02 dans la notation ne sera plus que de 1 ou 2 décigrammes, et l'on pourra obtenir tel degré d'approximation que l'on désirera. L'erreur sera d'autant moindre, dans tous les cas, que la liqueur d'essai sera plus pauvre, ou plus étendue d'eau. En se basant sur ce fait, on peut diminuer l'erreur due à une vision plus ou moins sensible, jusqu'à un point tel que l'on puisse la négliger sans crainte de fausser notablement les résultats.

Pour compléter ce qui a été exposé dans notre premier livre, nous reproduisons ici la table de M. Biot et celles de M. Clerget, en indiquant leur usage, ou la manière d'opérer, à l'aide de ces tables, les calculs relatifs à la proportion de sucre renfermée dans une liqueur.

Tableau des rotations imprimées au plan de polarisation d'un même rayon rouge par diverses proportions de sucre de canne, dissoutes dans l'eau distillée, et observées à travers une même épaisseur de 160 *millimètres.*

Proportion de sucre candi dans l'unité pondérale de la dissolution.	Densité de la dissolution, celle de l'eau distillée étant 1.	Arc de rotation décrit par le plan de polarisation du rayon rouge à travers une épaisseur de 160 millimètres.
0,01	1,004	0,888
0,02	1,008	1,783
0,03	1,012	2,684
0,04	1,016	3,593
0,05	1,020	4,509
0,06	1,024	5,432
0,07	1,028	6,363
0,08	1,032	7,300
0,09	1,036	8,244
0,10	1,040	9,196
0,11	1,045	10,153
0,12	1,049	11,128
0,13	1,053	12,104
0,14	1,057	13,087
0,15	1,062	14,079
0,25	1,105	24,413
0,50	1,231	54,450
0,65	1,311	75,394

Il est facile de compléter cette table et de trouver, par le calcul, l'arc de rotation correspondant à une quantité donnée de sucre en dissolution dans l'eau. Il suffit, pour le comprendre, de réfléchir que l'arc de rotation est proportionnel à la *longueur* du tube employé, multipliée par la *densité* de la liqueur et par le *nombre de centièmes* de sucre dissous. Ce rapport existant dans tous les cas, prenons pour point de départ une des indications de la table précédente :

Longueur du tube. . . . = 0^m,160
Densité de la liqueur. . . = 1,016
Sucre dissous en *centièmes* = 0,04

On a :

0,160 × 1,016 × 0,04 = 0,0065024 répondant à l'arc 3,593.

Si nous voulons connaître l'arc correspondant à un liquide de 1,095 de densité, contenant 0,23 de sucre, nous prendrons pour troisième terme la longueur de 160 millimètres attribuée

au tube et nous aurons : $0,160 \times 0,23 \times 1,095 = 0,040296$; or, d'après le principe précédemment émis, le produit 0,0065024 répondant à l'arc 3,593, le second produit 0,040296 répondra rigoureusement à l'arc cherché, puisqu'il y a proportion. On aura donc :

$$0,0065024 : 3,593 :: 0,040296 : x = \text{arc} : 22,266.$$

Pour établir la formule générale à suivre, soit une quelconque des indications de M. Biot, représentons la *longueur* du tube par l, la *densité* par d, le *sucre* dissous par s, dont le produit répond à l'arc a. Une liqueur sucrée quelconque examinée dans un tube de longueur l', ayant une densité d' et contenant s' sucre en centièmes, répondra à un arc a'. De là la proportion :

$$lds : a :: l'd's' : a'.$$

$$a' \text{ inconnu} = \frac{a \times l'd's'}{lds} \text{ ou } \frac{al'd's'}{lds}.$$

Il est bon d'employer un tube de la même longueur que celui de M. Biot, afin de pouvoir supprimer cet élément dans le calcul. Avec une table ainsi construite, il suffit d'examiner une solution donnée au polarimètre, pour pouvoir apprécier sa richesse en sucre, à condition que cette liqueur ne renferme aucun élément susceptible de la même déviation que le sucre prismatique. Pour éviter cette cause d'erreur, voici la méthode la plus simple de traiter les liqueurs essayées (nous supposons n'avoir affaire qu'à des jus ou vesous, ou à des mélasses, seules matières que l'on traite dans la fabrication des sucres bruts) :

1° *Essai des jus.* — On prendra 1 décilitre de la liqueur à essayer, et l'on y versera goutte à goutte de la solution d'acétate de plomb, jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité. On complétera avec de l'eau distillée le volume de 2 décilitres. La liqueur filtrée est introduite dans le tube du polarimètre, dont nous supposerons le volume intérieur égal à un décilitre. L'observation nous donne un arc de 4,051 que nous trouvons correspondre à 4,5 de sucre dissous dans 100 de solution. Notre liqueur d'essai ayant été étendue de son vo-

lume, ce résultat est moitié trop faible et le jus essayé renferme 9 pour 100 de sucre cristallisable.

2° *Essai des mélasses.* — Les mélasses sont étendues de trois fois leur volume d'eau distillée (3 décilitres sur 1), puis on les précipite par l'acétate de plomb, et l'on ajoute de l'eau distillée jusqu'à ce que l'on soit arrivé à 5 décilitres. La liqueur filtrée et observée donnant un arc de 9,196, correspondant à 10 pour 100 de sucre, on doit admettre que la mélasse essayée en renfermait cinq fois plus, soit 50 pour 100. Dans le cas des mélasses, il vaudrait mieux, sur un volume donné, précipiter la chaux d'abord par la solution de phosphate de soude, puis traiter par quelques gouttes d'acétate de plomb ; on complète ensuite un volume donné et l'on soumet à l'observation.

Par cette modification on se débarrasse mieux encore de quelques légères causes d'erreur.

TABLES DE M. CLERGET,

Pour l'analyse des substances saccharifères.

Les deux dernières colonnes A et B donnent les résultats nets des liqueurs sucrées non interverties par les acides. La colonne A indique les degrés trouvés et la colonne B les poids en grammes et centigrammes renfermés dans un litre de liqueur.

Les nombres fournis par les analyses des sucres concrets seront nécessairement compris dans les cent premières lignes des tables ; les trente lignes suivantes ont été ajoutées pour les liqueurs d'un haut titre, comme le *vesou*, par exemple. S'il s'en trouvait de plus élevées encore, on les étendrait d'une quantité d'eau suffisante pour les faire rentrer dans les limites des tables, et l'on tiendrait compte, par le calcul, de l'eau ajoutée.

Première table, de 10° à 18° de température.

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :									TITRES cherchés.	
10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	Par poids. A	Par volume. B
1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1	1,63
2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2	3,27
4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	3	4,90
5,6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	4	6,54
6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,7	5	8,17
8,3	8,3	8,3	8,2	8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	6	9,81
9,7	9,7	9,7	9,6	9,6	9,5	9,5	9,5	9,4	7	11,44
11,1	11,1	11,0	11,0	11,0	10,9	10,9	10,8	10,8	8	13,08
12,5	12,5	12,4	12,4	12,3	12,3	12,2	12,2	12,1	9	14,71
13,9	13,8	13,8	13,7	13,7	13,6	13,6	13,5	13,5	10	16,35
15,3	15,2	15,2	15,1	15,1	15,0	15,0	14,9	14,8	11	17,98
16,7	16,6	16,6	16,5	16,4	16,4	16,3	16,3	16,2	12	19,62
18,1	18,0	17,9	17,9	17,8	17,7	17,7	17,6	17,5	13	21,25
19,5	19,4	19,3	19,2	19,2	19,1	19,0	19,0	18,9	14	22,89
20,8	20,8	20,7	20,6	20,5	20,5	20,4	20,3	20,2	15	24,52
22,2	22,2	22,1	22,0	21,9	21,8	21,8	21,7	21,6	16	26,16
23,6	23,5	23,5	23,4	23,3	23,2	23,1	23,0	22,9	17	27,79
25,0	24,9	24,8	24,7	24,7	24,6	24,5	24,4	24,3	18	29,43
26,4	26,3	26,2	26,1	26,0	25,9	25,8	25,7	25,6	19	31,06
27,8	27,7	27,6	27,5	27,4	27,3	27,2	27,1	27,0	20	32,70
29,2	29,1	29,0	28,9	28,8	28,7	28,6	28,4	28,3	21	34,33
30,6	30,5	30,4	30,2	30,1	30,0	29,9	29,8	29,7	22	35,97
32,0	31,8	31,7	31,6	31,5	31,4	31,3	31,2	31,0	23	37,60
33,4	33,2	33,1	33,0	32,9	32,8	32,6	32,5	32,4	24	39,24
34,7	34,6	34,5	34,4	34,2	34,1	34,0	33,9	33,7	25	40,87
36,1	36,0	35,9	35,7	35,6	35,5	35,4	35,2	35,1	26	42,51
37,5	37,4	37,3	37,1	37,0	36,8	36,7	36,6	36,4	27	44,14
38,9	38,8	38,6	38,5	38,4	38,2	38,1	37,9	37,8	28	45,78
40,3	40,2	40,0	39,9	39,7	39,6	39,4	39,3	39,1	29	47,41
41,7	41,5	41,4	41,2	41,1	40,9	40,8	40,6	40,5	30	49,05
43,1	42,9	42,8	42,6	42,5	42,3	42,2	42,0	41,8	31	50,68
44,5	44,3	44,2	44,0	43,8	43,7	43,5	43,4	43,2	32	52,32
45,9	45,7	45,5	45,4	45,2	45,0	44,9	44,7	44,5	33	53,95
47,3	47,1	46,9	46,7	46,6	46,4	46,2	46,1	45,9	34	55,59
48,6	48,5	48,3	48,1	47,9	47,8	47,6	47,4	47,2	35	57,22
50,0	49,9	49,7	49,5	49,3	49,1	49,0	48,8	48,6	36	58,86
51,4	51,2	51,1	50,9	50,7	50,5	50,3	50,1	49,9	37	60,49
52,8	52,6	52,4	52,2	52,1	51,9	51,7	51,5	51,3	38	62,13
54,2	54,0	53,8	53,6	53,4	53,2	53,0	52,8	52,6	39	63,76
55,6	55,4	55,2	55,0	54,8	54,6	54,4	54,2	54,0	40	65,40
57,0	56,8	56,6	56,4	56,2	56,0	55,8	55,6	55,3	41	67,03
58,4	58,2	58,0	57,7	57,5	57,3	57,1	56,9	56,7	42	68,67
59,8	59,5	59,3	59,1	58,9	58,7	58,5	58,3	58,0	43	70,30
61,2	60,9	60,7	60,5	60,3	60,1	59,8	59,6	59,4	44	71,94
62,5	62,3	62,1	61,9	61,6	61,4	61,2	61,0	60,7	45	73,57
63,4	63,7	63,5	63,2	63,0	62,8	62,6	62,3	62,1	46	75,21
65,3	65,1	64,9	64,6	64,4	64,1	63,9	63,7	63,4	47	76,84
66,7	66,5	66,2	66,0	65,8	65,5	65,3	65,0	64,8	48	78,48
68,1	67,9	67,6	67,4	67,1	66,9	66,6	66,4	66,1	49	80,11

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :									TITRES cherchés.	
10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	Par poids. A	Par volume. B
69,5	69,2	69,0	68,7	68,5	68,2	68,0	67,7	67,5	50	81,75
70,9	70,6	70,4	70,1	69,9	69,6	69,4	69,1	68,0	51	83,38
72,3	72,0	71,8	71,5	71,2	71,0	70,7	70,5	70,2	52	85,02
73,7	73,4	73,1	72,9	72,6	72,3	72,1	71,8	71,5	53	86,65
75,1	74,8	74,5	74,2	74,0	73,7	73,4	73,2	72,9	54	88,29
76,4	76,2	75,9	75,6	75,3	75,1	74,8	74,5	74,2	55	89,92
77,8	77,6	77,3	77,0	76,7	76,4	76,2	75,9	75,6	56	91,56
79,2	79,0	78,7	78,4	78,1	77,8	77,5	77,2	76,9	57	93,19
80,6	80,3	80,0	79,7	79,5	79,2	78,9	78,6	78,3	58	94,83
82,0	81,7	81,4	81,1	80,8	80,5	80,2	79,9	79,6	59	96,46
83,4	83,1	82,8	82,5	82,2	81,9	81,6	81,3	81,0	60	98,10
84,8	84,5	84,2	83,9	83,6	83,3	83,0	82,6	82,3	61	99,73
86,2	85,9	85,6	85,2	84,9	84,6	84,3	84,0	83,7	62	101,37
87,6	87,2	86,9	86,5	86,3	86,0	85,7	85,4	85,0	63	103,00
89,0	88,6	88,3	88,0	87,7	87,4	87,0	86,7	86,4	64	104,64
90,3	90,0	89,7	89,4	89,0	88,7	88,4	88,1	87,7	65	106,27
91,7	91,4	91,1	90,7	90,4	90,1	89,8	89,4	89,1	66	107,91
93,1	92,8	92,5	92,1	91,8	91,4	91,1	90,8	99,4	67	109,64
94,5	94,2	93,8	93,5	93,2	92,8	92,5	92,1	91,8	68	111,18
95,9	95,6	95,2	94,9	94,5	94,1	93,8	93,5	93,1	69	112,81
97,3	96,9	96,6	96,2	95,9	95,5	95,2	94,8	94,5	70	114,45
98,7	98,3	98,0	97,6	97,3	96,9	96,6	96,2	95,8	71	116,08
100,1	99,7	99,4	99,0	98,6	98,3	97,9	97,6	97,2	72	117,72
101,5	101,1	100,7	100,4	100,0	99,6	99,3	98,9	98,5	73	119,35
102,9	102,5	102,1	101,7	101,4	101,0	100,6	100,3	99,9	74	120,99
104,2	103,9	103,5	103,1	102,7	102,4	102,0	101,6	101,2	75	122,62
105,6	105,3	104,9	104,5	104,1	103,7	103,4	103,0	102,6	76	124,26
107,0	106,6	106,3	105,9	105,5	105,1	104,7	104,3	103,9	77	125,89
108,4	108,0	107,6	107,2	106,9	106,5	106,1	105,7	105,3	78	127,53
109,8	109,4	109,0	108,6	108,2	107,8	107,4	107,0	106,6	79	129,16
111,3	110,8	100,4	110,0	109,6	109,2	108,8	108,4	108,0	80	130,80
112,6	112,2	111,8	111,4	111,0	110,6	110,2	109,7	109,3	81	132,43
114,0	113,6	113,2	112,7	112,3	111,9	111,5	111,1	110,7	82	134,07
115,4	114,9	114,5	114,1	113,7	113,3	112,9	112,5	112,0	83	135,70
116,8	116,3	115,9	115,5	115,1	114,7	114,2	113,8	113,4	84	137,34
118,1	117,7	117,3	116,9	116,4	116,0	115,6	115,2	114,7	85	138,97
119,5	119,1	118,7	118,2	117,8	117,4	117,0	116,5	116,1	86	140,61
120,9	120,5	120,1	119,6	119,2	118,7	118,3	117,9	117,4	87	142,24
122,3	121,9	121,4	121,0	120,6	120,1	119,7	119,2	118,8	88	143,88
124,7	123,2	122,8	122,4	121,9	121,5	121,0	120,6	120,1	89	145,51
125,1	124,6	124,2	123,7	123,3	122,8	122,4	121,9	121,5	90	147,15
126,5	126,0	125,6	125,1	124,7	124,2	123,8	123,3	122,8	91	148,78
127,9	127,4	127,0	126,5	126,0	125,6	125,1	124,7	124,2	92	150,42
129,3	128,8	128,3	127,9	127,4	126,9	126,5	126,0	125,5	93	152,05
130,7	130,2	129,7	129,2	128,8	128,3	127,8	127,4	126,9	94	153,69
132,0	131,6	131,1	130,6	130,1	129,7	129,2	128,7	128,2	95	155,32
133,4	133,0	132,5	132,0	131,5	131,0	130,6	130,1	129,6	96	156,96
134,8	134,3	133,9	133,4	132,9	132,4	131,9	131,4	130,9	97	158,59
136,2	135,7	135,2	134,7	134,3	133,8	133,3	132,8	132,3	98	160,23
137,6	137,1	136,6	136,1	135,6	135,1	134,6	134,1	133,6	99	161,86
139,0	138,5	138,0	137,5	137,0	136,5	136,0	135,5	135,0	100	163,50

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :									TITRES cherchés.	
10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	Par poids. A	Par volume. B
140,4	139,9	139,4	138,9	138,4	137,9	137,4	136,8	136,3	101	165,13
141,8	141,3	140,8	140,2	139,7	139,2	138,7	138,2	137,7	102	166,77
143,2	142,6	142,1	141,6	141,1	140,6	140,1	139,6	139,0	103	168,40
144,6	144,0	143,5	143,0	142,5	142,0	141,4	140,9	140,4	104	170,04
145,9	145,4	144,9	144,4	143,8	143,3	142,8	142,3	141,7	105	171,67
147,3	146,8	146,3	145,7	145,2	144,7	144,2	143,6	143,1	106	173,31
148,7	148,2	147,7	147,1	146,6	146,0	145,5	145,0	144,5	107	174,94
150,1	149,6	149,0	148,5	148,0	147,4	146,9	146,3	145,8	108	176,58
151,5	151,0	150,4	149,9	149,3	148,8	148,2	147,7	147,1	109	178,21
152,9	152,3	151,8	151,2	150,7	150,1	149,6	149,0	148,5	110	179,85
154,3	153,7	153,2	152,6	152,1	151,5	151,0	150,4	149,8	111	181,48
155,7	155,1	154,6	154,0	153,4	152,9	152,3	151,8	151,2	112	183,12
157,1	156,5	155,9	155,4	154,8	154,2	153,7	153,1	152,5	113	184,75
158,5	157,9	157,3	156,7	156,2	155,6	155,0	154,5	153,9	114	186,39
159,8	159,3	158,7	158,1	157,5	157,0	156,4	155,8	155,2	115	188,02
161,2	160,6	160,1	159,5	158,9	158,0	157,8	157,2	156,6	116	189,66
162,6	162,0	161,5	160,9	160,3	159,7	159,0	158,5	157,9	117	191,29
164,0	163,4	162,8	162,2	161,7	161,1	160,5	159,9	159,3	118	192,93
165,4	164,8	164,2	163,6	163,0	162,4	161,8	161,2	160,6	119	194,56
166,8	166,2	165,6	165,0	164,4	163,8	163,2	162,6	162,0	120	196,20
168,2	167,6	167,0	166,4	165,8	165,2	164,6	163,9	163,3	121	197,83
169,6	169,0	168,4	167,7	167,1	166,5	165,9	165,3	164,7	122	199,47
171,0	170,3	169,7	169,1	168,5	167,9	167,3	166,7	166,1	123	201,10
172,4	171,7	171,1	170,5	169,9	169,3	168,6	168,0	167,4	124	202,74
173,7	173,1	172,5	171,9	171,2	170,6	170,0	169,4	168,7	125	204,37
175,1	174,5	173,9	173,2	172,6	172,0	171,4	170,7	170,1	126	206,01
176,5	175,9	175,3	174,6	174,0	173,3	172,7	172,1	171,4	127	207,64
177,9	177,3	176,6	176,0	175,4	174,7	174,1	173,4	172,8	128	209,28
179,3	178,7	178,0	177,4	176,7	176,1	175,4	174,8	174,1	129	210,91
180,7	180,0	179,4	178,7	178,1	177,4	176,8	176,1	175,5	130	212,55

Deuxième table, de 19° à 27° de température.

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :									TITRES cherchés.	
19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	Par poids. A	Par volume. B
1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1,63
2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2	3,27
4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3	4,90
5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	4	6,54
6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5	5	8,17

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :									TITRES cherchés.	
19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	Par poids. A	Par volume. B
8,1	8,0	8,0	8,0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,8	6	9,81
9,4	9,4	9,3	9,3	9,3	9,2	9,2	9,2	9,1	7	11,44
10,8	10,7	10,7	10,6	10,6	10,6	10,5	10,5	10,4	8	13,08
12,1	12,1	12,0	12,0	11,9	11,9	11,8	11,8	11,7	9	14,71
13,4	13,4	13,3	13,3	13,2	13,2	13,1	13,1	13,0	10	16,35
14,8	14,7	14,7	14,6	14,6	14,5	14,5	14,4	14,3	11	17,98
16,1	16,1	16,0	16,0	15,9	15,8	15,8	15,7	15,7	12	19,62
17,5	17,4	17,3	17,3	17,2	17,2	17,1	17,0	17,0	13	21,25
18,8	18,8	18,7	18,6	18,5	18,5	18,4	18,3	18,3	14	22,89
20,2	20,1	20,0	19,9	19,9	19,8	19,7	19,6	19,6	15	24,52
21,5	21,4	21,4	21,3	21,2	21,1	21,0	21,0	20,9	16	26,16
22,9	22,8	22,7	22,6	22,5	22,4	22,3	22,3	22,2	17	27,79
24,2	24,1	24,0	23,9	23,8	23,8	23,7	23,6	23,5	18	29,43
25,5	25,5	25,4	25,3	25,2	25,1	25,0	24,9	24,8	19	31,06
26,9	26,8	26,7	26,6	26,5	26,4	26,3	26,2	26,1	20	32,70
28,2	28,1	28,0	27,9	27,8	27,7	27,6	27,5	27,4	21	34,33
29,6	29,5	29,4	29,3	29,1	29,0	28,9	28,8	28,7	22	35,97
30,9	30,8	30,7	30,6	30,5	30,4	30,2	30,1	30,0	23	37,60
32,3	32,2	32,0	31,9	31,8	31,7	31,6	31,4	31,3	24	39,24
33,6	33,5	33,4	33,2	33,1	33,0	32,9	32,7	32,6	25	40,87
35,0	34,8	34,7	34,6	34,4	34,3	34,2	34,1	33,9	26	42,51
36,3	36,2	36,1	35,9	35,8	35,6	35,5	35,4	35,2	27	44,14
37,7	37,5	37,4	37,2	37,1	37,0	36,8	36,7	36,5	28	45,78
39,0	38,9	38,7	38,6	38,4	38,3	38,1	38,0	37,8	29	47,41
40,3	40,2	40,0	39,9	39,7	39,6	39,4	39,3	39,1	30	49,05
41,7	41,5	41,4	41,2	41,1	40,9	40,8	40,6	40,4	31	50,68
43,0	42,9	42,7	42,6	42,4	42,2	42,1	41,9	41,8	32	52,32
44,4	44,2	44,0	43,9	43,7	43,6	43,4	43,2	43,1	33	53,95
45,7	45,6	45,4	45,2	45,0	44,9	44,7	44,5	44,4	34	55,59
47,1	46,9	46,7	46,5	46,4	46,2	46,0	45,8	45,7	35	57,22
48,4	48,2	48,1	47,9	47,7	47,5	47,3	47,2	47,0	36	58,86
49,8	49,6	49,4	49,2	49,0	48,8	48,6	48,5	48,3	37	60,49
51,1	50,9	50,7	50,5	50,3	50,2	50,0	49,8	49,6	38	62,13
52,4	52,3	52,1	51,9	51,7	51,5	51,3	51,1	50,9	39	63,76
53,8	53,6	53,4	53,2	53,0	52,8	52,6	52,4	52,2	40	65,40
55,1	54,9	54,7	54,5	54,3	54,1	53,9	53,7	53,5	41	67,03
56,5	56,3	56,1	55,9	55,6	55,4	55,2	55,0	54,8	42	68,67
57,8	57,6	57,4	57,2	57,0	56,8	56,5	56,3	56,1	43	70,30
59,2	59,0	58,7	58,5	58,3	58,1	57,9	57,6	57,4	44	71,94
60,5	60,3	60,1	59,8	59,6	59,4	59,2	58,9	58,7	45	73,57
61,9	61,6	61,4	61,2	60,9	60,7	60,5	60,3	60,0	46	75,21
63,2	63,0	62,7	62,5	62,3	62,0	61,8	61,6	61,3	47	76,84
64,6	64,3	64,1	63,8	63,6	63,4	63,1	62,9	62,6	48	78,48
65,9	65,7	65,4	65,2	64,9	64,7	64,4	64,2	63,9	49	80,11
67,2	67,0	66,7	66,5	66,2	66,0	65,7	65,5	65,2	50	81,75
68,6	68,3	68,1	67,8	67,6	67,3	67,1	66,8	66,5	51	83,38
69,9	69,7	69,4	69,2	68,9	68,6	68,4	68,1	67,9	52	85,02
71,3	71,0	70,7	70,5	70,2	70,0	69,7	69,4	69,2	53	86,65
72,6	72,4	72,1	71,8	71,5	71,3	71,0	70,7	70,5	54	88,29
74,0	73,7	73,4	73,1	72,9	72,6	72,3	72,0	71,8	55	89,92
75,3	75,0	74,8	74,5	74,2	73,9	73,6	73,4	73,1	56	91,56

Sommes ou différences des notations directes et inverses, ces dernières étant prises à la température de :									Titres cherchés.	
19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	Par poids. A	Par volume. B
76,7	76,4	76,1	75,8	75,5	75,2	74,9	74,7	74,4	57	93,19
78,0	77,7	77,4	77,1	76,8	76,6	76,3	76,0	75,7	58	94,83
79,3	79,1	78,8	78,5	78,2	77,9	77,6	77,3	77,0	59	96,46
80,7	80,4	80,1	79,8	79,5	79,2	78,9	78,6	78,3	60	98,10
82,0	81,7	81,4	81,1	80,8	80,5	80,2	79,9	79,6	61	99,73
83,4	83,1	82,8	82,5	82,1	81,8	8,15	81,2	80,9	62	101,37
84,7	84,4	84,1	83,8	83,5	83,2	82,8	82,5	82,2	63	103,00
86,1	85,8	85,4	85,1	84,8	84,5	84,2	83,8	83,5	64	104,64
87,4	87,1	86,8	86,4	86,1	85,8	85,5	85,1	84,8	65	106,27
88,8	88,4	88,1	87,8	87,4	87,1	86,8	86,5	86,1	66	107,91
90,1	89,8	89,4	89,1	88,8	88,4	88,1	87,8	87,4	67	109,54
91,5	91,1	90,8	90,4	90,1	89,8	89,4	89,1	88,7	68	111,88
92,8	92,5	92,1	91,8	91,4	91,1	90,7	90,4	90,0	69	112,81
94,1	93,8	93,4	93,1	92,7	92,4	92,0	91,7	91,3	70	114,45
95,5	95,1	94,8	94,4	94,1	93,7	93,4	93,0	92,6	71	116,08
96,8	96,5	96,1	95,8	95,4	95,0	94,7	94,3	94,0	72	117,72
98,2	97,8	97,4	97,1	96,7	96,4	96,0	95,6	95,3	73	119,35
99,5	99,2	98,8	98,4	98,0	97,7	97,3	96,9	96,6	74	120,99
100,9	100,5	100,1	99,7	99,4	99,0	98,6	98,2	97,9	75	122,62
102,2	101,8	101,5	101,1	100,7	100,3	99,9	99,6	99,2	76	124,26
103,6	103,2	102,8	102,4	102,0	101,6	101,2	100,9	100,5	77	125,89
104,9	104,5	104,1	103,7	103,3	103,0	102,6	102,2	101,8	78	127,53
106,2	105,9	105,5	105,1	104,7	104,3	103,9	103,5	103,1	79	129,16
107,6	107,2	106,8	106,4	106,0	105,6	105,2	104,8	104,4	80	130,80
108,9	108,5	108,1	107,7	107,3	106,9	106,5	106,1	105,7	81	132,43
110,3	109,9	109,5	109,1	108,6	108,2	107,8	107,4	107,0	82	134,07
111,9	111,2	110,8	110,4	110,0	109,6	109,1	108,7	108,3	83	135,70
113,0	112,6	112,1	111,7	111,3	110,9	110,5	110,0	109,6	84	137,34
114,3	113,9	113,5	113,0	112,6	112,2	111,8	111,3	110,9	85	138,97
115,7	115,2	114,8	114,4	113,9	113,5	113,1	112,7	112,2	86	140,61
117,0	116,6	116,1	115,7	115,3	114,8	114,4	114,0	113,5	87	142,24
118,4	117,9	117,5	117,0	116,6	116,2	115,7	115,3	114,8	88	143,88
119,7	119,3	118,8	118,4	117,9	117,5	117,0	116,6	116,1	89	145,51
121,0	120,6	120,1	119,7	119,2	118,8	118,3	117,9	117,4	90	147,15
122,4	121,9	121,5	121,0	120,6	120,1	119,7	119,2	118,7	91	148,78
123,7	123,3	122,8	122,4	121,9	121,4	121,0	120,5	120,1	92	150,42
125,1	124,6	124,1	123,7	123,2	122,8	122,3	121,8	121,4	93	152,05
126,4	126,0	125,5	125,0	124,5	124,1	123,6	123,1	122,7	94	153,69
127,8	127,3	126,8	126,3	125,9	125,4	124,9	124,4	124,0	95	155,32
129,1	128,6	128,2	127,7	127,2	126,7	186,2	125,8	125,3	96	156,96
130,5	130,0	129,5	129,0	128,5	128,0	127,5	127,1	126,6	97	158,59
131,8	131,3	130,8	130,3	129,8	129,4	128,9	128,4	127,9	98	160,23
133,1	132,7	132,2	131,7	131,2	130,7	130,2	129,7	129,2	99	161,86
134,5	134,0	133,5	133,0	132,5	132,0	131,5	131,0	130,5	100	163,50
135,8	135,3	134,8	134,3	133,8	133,3	132,8	132,3	131,8	101	165,13
137,2	136,7	136,2	135,7	135,1	134,6	134,1	133,6	133,1	102	166,77
138,5	138,0	137,5	137,0	136,5	136,0	135,4	134,9	134,4	103	168,40
139,9	139,4	138,8	138,3	137,8	137,3	136,8	136,2	135,7	104	170,04
141,2	140,7	140,2	139,6	139,1	138,6	138,1	137,5	137,0	105	171,67
142,6	142,0	141,5	141,0	140,5	139,9	139,4	138,9	138,3	106	173,31
143,9	143,4	142,8	142,3	141,8	141,2	140,7	140,2	139,6	107	174,94

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :									TITRES cherchés.	
19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	Par poids. A	Par volume. B
145,3	144,7	144,2	143,6	143,1	142,6	142,0	141,0	140,9	108	176,58
146,6	146,1	145,5	145,0	144,4	143,9	143,3	142,8	142,2	109	178,21
147,9	147,4	146,8	146,3	145,7	145,2	144,6	144,1	143,5	110	179,85
149,3	148,7	148,2	147,6	147,1	146,5	146,0	145,4	144,8	111	181,48
150,6	150,1	149,5	149,0	148,4	147,8	147,3	146,7	146,2	112	183,12
152,0	151,4	150,8	150,3	149,7	149,2	148,6	148,0	147,5	113	184,75
153,3	152,8	152,2	151,6	151,0	150,5	149,9	149,3	148,8	114	186,39
154,7	154,1	153,5	152,9	152,4	151,8	151,2	150,6	150,1	115	188,02
156,0	155,4	154,9	154,3	153,7	153,1	152,5	152,0	151,4	116	189,66
157,4	156,9	156,2	155,6	155,0	154,4	153,8	153,3	152,7	117	191,29
158,7	158,1	157,5	156,9	156,3	155,8	155,2	154,6	154,0	118	192,93
160,0	159,5	158,9	158,3	157,7	157,1	156,5	155,9	155,3	119	194,56
161,4	160,8	160,2	159,6	159,0	158,4	157,8	157,2	156,6	120	196,20
162,7	162,1	161,5	160,9	160,3	159,7	159.1	158,5	157,9	121	197,83
164,1	163,5	162,9	162,3	161,6	161,0	160,4	159,8	159,2	122	199,47
165,4	164,8	164,2	163,6	163,0	162,4	161,7	161,1	160,5	123	201,10
166,8	166,2	165,5	164,9	164,3	163,7	163,1	162,4	161,8	124	202,74
168,1	167,5	166,9	166,2	165,6	165,0	164,4	163,7	163,1	125	204,37
169,5	168,8	168,2	167,6	166,9	166,3	165,7	165,1	164,4	126	206,01
170,8	170,2	169.5	168,9	168,3	167,6	167,0	166,4	165,7	127	207,64
172,2	171,5	170,9	170,2	169,6	169,0	168,3	167,7	167,0	128	209,28
173,5	172,9	172,2	171,6	170,9	170,3	169,6	169,0	168,3	129	210,91
174,8	174,2	173,5	172,9	172,2	171,6	170,9	170,3	169,6	130	212,55

Troisième table, de 28° à 35° de température.

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :								TITRES cherchés.	
28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	Par poids. A.	Par volume. B.
1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1,63
2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2	3,27
3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3	4,90
5,2	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	4	6,54
6,5	6,5	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3	5	8,17
7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,7	7,6	7,6	6	9,81
9,1	9,1	9,0	9,0	9,0	8,9	8,9	8,8	7	11,44
10,4	10,4	10,3	10,3	10,2	10,2	10,2	10,1	8	13,08
11,7	11,6	11,6	11,6	11,5	11,5	11,4	11,4	9	14,71
13,0	12,9	12,9	12,8	12,8	12,7	12,7	12,6	10	16,35
14,3	14,2	14,2	14,1	14,1	14,0	14,0	13,9	11	17,98
15,6	15,5	15,5	15,4	15,4	15,3	15,2	15,2	12	19,62

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :								TITRES cherchés.	
28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	Par poids. A	Par volume. B
16,9	16,8	16,8	16,7	16,6	16,6	16,5	16,4	13	21,25
18,2	18,1	18,1	18,0	17,9	17,8	17,8	17,7	14	22,89
19,5	19,4	19,3	19,3	19,2	19,1	19,0	19,0	15	24,52
20,8	20,7	20,6	20,6	20,5	20,4	20,3	20,2	16	26,16
22,1	22,0	21,9	21,8	21,7	21,7	21,6	21,5	17	27,79
23,4	23,3	23,2	23,1	23,0	22,9	22,9	22,8	18	29,43
24,7	24,6	24,5	24,4	24,3	24,2	24,1	24,0	19	31,06
26,0	25,9	25,8	25,7	25,6	25,5	25,4	25,3	20	32,70
27,3	27,2	27,1	27,0	26,9	26,8	26,7	26,6	21	34,35
28,6	28,5	28,4	28,3	28,2	28,0	27,9	27,8	22	35,97
29,9	29,8	29,7	29,5	29,4	29,3	29,2	29,1	23	37,60
31,2	31,1	30,9	30,8	30,7	30,6	30,5	30,4	24	39,24
32,5	32,4	32,2	32,1	32,0	31,9	31,7	31,6	25	40,87
33,8	33,7	33,5	33,4	33,3	33,1	33,0	32,9	26	42,51
35,1	35,0	34,8	34,7	34,6	34,4	34,3	34,1	27	44,14
36,4	36,3	36,1	36,0	35,8	35,7	35,6	35,4	28	45,78
37,7	37,5	37,4	37,3	37,1	37,0	36,8	36,7	29	47,41
39,0	38,8	38,7	38,5	38,4	38,2	38,1	37,9	30	49,05
40,3	40,1	39,9	39,8	39,7	39,5	39,4	39,2	31	50,68
41,6	41,4	41,3	41,1	41,0	40,8	40,6	40,5	32	52,32
42,9	42,7	42,6	42,4	42,3	42,1	41,9	41,7	33	53,95
44,2	44,0	43,9	43,7	43,5	43,3	43,2	43,0	34	55,59
45,5	45,3	45,1	45,0	44,8	44,6	44,4	44,3	35	57,22
46,8	46,6	46,4	46,3	46,1	45,9	45,7	45,5	36	58,86
48,1	47,9	47,7	47,5	47,4	47,2	47,0	46,8	37	60,49
49,4	49,2	49,0	48,8	48,7	48,4	48,3	48,1	38	62,13
50,7	50,5	50,3	50,1	49,9	49,7	49,5	49,3	39	63,76
52,0	51,8	51,6	51,4	51,2	51,0	50,8	50,6	40	65,40
53,3	53,1	52,9	52,7	52,5	52,3	52,1	51,9	41	67,03
54,6	54,4	54,2	54,0	53,8	53,5	53,3	53,1	42	68,67
55,9	55,7	55,5	55,2	55,0	54,8	54,6	54,4	43	70,30
57,2	57,0	56,8	56,5	56,3	56,1	55,9	55,7	44	71,94
58,5	58,3	58,0	57,8	57,6	57,4	57,1	56,9	45	73,57
59,8	59,6	59,3	59,1	58,9	58,6	58,4	58,2	46	75,21
61,1	60,9	60,6	60,4	60,2	59,9	59,7	59,4	47	76,84
62,4	62,2	61,9	61,7	61,4	61,2	6,10	60,7	48	78,48
63,7	63,4	63,2	63,0	62,7	62,5	62,2	62,0	49	80,11
65,0	64,7	64,5	64,2	64,0	63,7	63,5	63,2	50	81,75
66,3	66,0	65,8	65,5	65,3	65,0	64,8	64,5	51	83,38
67,6	67,3	67,1	66,8	66,6	66,3	66,0	65,8	52	85,02
18,9	68,6	68,4	68,1	67,8	67,6	67,3	67,0	53	86,65
70,2	69,9	69,7	69,4	69,1	68,8	68,6	68,3	54	88,29
71,5	71,2	70,9	70,7	70,4	70,1	69,8	69,6	55	89,92
72,8	72,5	72,2	72,0	71,7	71,4	71,1	70,8	56	91,56
74,1	73,8	73,5	73,2	73,0	72,7	72,4	72,1	57	93,19
75,4	75,1	74,8	74,5	74,2	73,9	73,7	73,4	58	94,83
76,7	76,4	76,1	75,8	75,5	75,2	74,9	74,6	59	96,46
78,0	77,7	77,4	77,1	76,8	76,5	76,2	75,9	60	98,10
79,3	79,0	78,7	78,4	78,1	77,8	77,5	77,2	61	99,73
80,6	80,3	80,0	79,7	79,4	79,0	78,7	78,4	62	101,37
81,9	81,6	81,3	80,9	80,6	80,3	80,0	79,7	63	103,00

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :								TITRES cherchés.	
28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	Par poids. A	Par volume. B
83,2	82,9	82,6	82,2	81,9	81,6	81,3	81,0	64	104,64
84,5	84,2	83,8	83,5	83,2	82,9	82,5	82,2	65	106,27
85,8	85,5	85,1	84,8	84,5	84,1	83,8	83,5	66	107,91
87,1	86,8	86,4	86,1	85,8	85,4	85,1	84,8	67	109,54
88,4	88,1	87,7	87,4	87,0	86,7	86,4	86,0	68	111,18
89,7	89,3	89,0	88,7	88,3	88,0	87,6	87,3	69	112,81
91,0	90,6	90,3	89,9	89,6	89,2	88,9	88,5	70	114,45
92,3	91,9	91,6	91,2	90,9	90,5	90,2	89,8	71	116,08
93,6	93,2	92,9	92,5	92,2	91,8	91,4	91,1	72	117,72
94,9	94,5	94,2	93,8	93,4	93,1	92.7	92,3	73	119,35
96,2	95,8	95,5	95,1	94,7	94,3	94,0	93,6	74	120,99
97,5	97,1	96,7	96,4	96,0	95,6	95,2	94,9	75	122,62
98,8	98,4	98,0	97,7	97,3	96,9	96,5	96,1	76	124,26
100 1	99,7	99,3	98,9	98,6	98,2	97,8	97,4	77	125,89
101,4	101,0	100,6	100,2	99,8	99,4	99,1	98,7	78	127,53
102,7	102.3	101,9	101,5	101,1	100,7	100,3	99,9	79	129,16
104,0	103.6	103,2	102.8	102,4	102,0	101,6	101,2	80	130,80
105,3	104,9	104,6	104,1	103,7	103,2	102,9	102,5	81	132,43
106.6	106,2	105,9	105,4	105.0	104,5	104,1	103,7	82	134,07
107,9	107,5	107.2	106,6	106,2	105,8	105,4	105,0	83	135,70
109,2	108,8	108.5	107,9	107,5	107,1	106,7	106,3	84	137,34
110,5	110,1	109,7	109.2	108,8	108,4	107,9	107,5	85	138,97
111,8	111,4	111,0	110.5	110,1	109,6	109,2	108,8	86	140,61
113,1	112,7	112,3	111,8	111,4	110,9	110,5	110,0	87	142,24
114,4	114,0	113,6	113.1	112.6	112,2	111,8	111,3	88	143,88
115,7	115,2	114,9	114,4	113,9	113,5	113,0	112,6	89	145,51
117,0	116,5	116,0	115,6	115,2	114,7	114,3	113,9	90	147,15
118.3	117,8	117,4	116,9	116,5	116,0	115,6	115.1	91	148,78
119,6	119.1	118,7	118.2	117,8	117,3	116,8	116.4	92	150,42
120.9	120,4	120,0	119,5	119,0	118,6	118,1	117,6	93	152,05
122,2	121,7	121,3	120,8	120,3	119,8	119,4	118,9	94	153,69
123,5	123.0	122,6	122,1	121.6	121,1	120,6	120,2	95	155,32
124,8	124,3	123 9	123,4	122,9	122,4	121,9	121.4	96	156,96
126,1	125;6	125,2	124,6	124,2	123,7	123.2	122,7	97	158,59
127,4	126,9	126,5	125.9	125,4	124,9	124,5	124,0	98	160,23
128,7	128,2	127,7	127.2	126,7	126.2	125,7	125,2	99	116,86
130,0	129,5	129.0	128,5	128,0	127,5	127,0	126,5	100	163,50
131,3	130,8	130,3	129,8	129,3	128,8	128,3	117,8	101	165,13
132,6	132,1	131,6	131,1	130,6	130,0	129,5	129.0	102	166,77
133.9	133,4	132,9	132,3	131,8	131,3	130,8	130,3	103	160,40
135,2	134,7	134,2	133,6	133,1	132,6	132,1	131,6	104	170,04
136,5	136,0	135,4	134,9	134,4	133,9	133,3	132,8	105	171,67
137,8	137,3	136,7	136,2	135,7	135,1	134.6	134,1	106	173,31
139,1	138,6	138,0	137,5	137,0	136,4	135,9	135,3	107	174,94
140,4	139.9	139,3	138,8	138,2	137,7	137,2	136,6	108	176,58
141,7	141,1	140,6	140,1	139,5	139,0	138,4	137,9	109	178,21
143,0	142,4	141,9	141,3	140,8	140,2	139,7	139,1	110	179,85
144,3	143,7	143,2	142,6	142,1	141.5	141,0	140,4	111	181,48
145,6	145,0	144,5	143,9	143,4	142,8	142,2	141,7	112	183,12
146,9	146,3	145,8	145.2	144,6	144,1	143,5	142,9	113	184,75
148,2	147,6	147,1	146,5	145,9	145,3	144,8	144,2	114	186,39

SOMMES OU DIFFÉRENCES DES NOTATIONS DIRECTES ET INVERSES, CES DERNIÈRES ÉTANT PRISES A LA TEMPÉRATURE DE :								TITRES cherchés.	
28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	Par poids. A	Par volume. B
149,5	148,9	148,3	147,8	147,2	146,6	146,0	145,5	115	188,02
150,8	150,2	149,6	149,1	148,5	147,9	147,3	146,7	116	189,66
152,1	151,5	150,9	150,3	149,8	149,2	148,6	148,0	117	191,29
153,4	152,8	152,2	151,6	151,0	150,4	149,9	149,3	118	192,93
154,7	154,1	153,5	152,9	152,3	151,7	151,1	150,5	119	194,56
156,0	155,4	154,8	154,2	153,6	153,0	152,4	151,8	120	196,20
157,3	156,7	156,1	155,5	154,9	154,3	153,7	153,1	121	197,83
158,6	158,0	157,4	156,8	156.2	155,5	154,9	154,3	122	199,47
159,9	159,3	158,7	158,0	157,4	156,8	156,2	155,6	123	201,10
161,2	160,6	160,0	159,3	158,7	158,1	157,5	156,9	124	202,74
162.5	161,9	161,2	160,6	160,0	159,4	158,7	158,1	125	204,37
163,8	163,2	162,5	161,9	161,3	160,6	160.0	159,4	126	206,01
165,1	164,5	163,8	163,2	162,6	161,9	161,3	160,6	127	207,64
166,4	165,8	165,1	164,5	163,8	163,2	162,6	161,9	128	209,68
167,7	167,0	166,4	165,8	165,1	164,6	163,8	163,2	129	210,91
169,0	168,3	167,7	167,0	166,4	165,7	165,1	164,4	130	212,55

Usage des tables précédentes. — Lorsque l'on a exécuté les opérations indiquées dans la méthode de M. Clerget (p. 136), on a eu affaire à du sucre sur lequel on n'a pas pratiqué l'*inversion* ou qui a subi la réaction des acides.

Dans le premier cas, les deux dernières colonnes des tables donnent immédiatement la valeur du sucre sur lequel on a agi et dont la solution *a dû être pure*, sans quoi l'inversion eût été indispensable. Nous avons trouvé, par exemple, 24 de notation directe, à la température + 21° ; nous cherchons dans la deuxième table, à la température de + 21° le chiffre 24, ou son plus rapproché dans la colonne correspondante, et nous trouvons 24 ; suivant la ligne horizontale jusqu'en A et B, nous trouvons 18 et 29,43. Nous en concluons que la matière essayée contient 18 pour 100 de sucre pur, et que la dissolution en renferme $29^{gr},43$ par litre.

Dans le cas où nous aurions pratiqué l'inversion, nous additionnons la première notation directe, soit 2,5, avec la notation indirecte, soit 1,4 ; ensemble 3,9. Nous cherchons dans les tables, à la température de + 21° le chiffre 3,9 ou celui qui s'en rapproche le plus. Nous trouvons 4, répondant à 5 pour 100 en poids et $4^{gr},90$ par litre de solution.

Ces détails suffisent à l'intelligence du mode d'opérer, en les réunissant à ce qui a été exposé précédemment.

On ne saurait cependant apporter trop d'attention à ce fait que, les solutions naturelles de sucre, savoir les jus et les vesous, et même les sirops tant primitifs que secondaires, renferment des proportions plus ou moins considérables de sels alcalins ou autres. Or, ces matières peuvent avoir une certaine influence sur les indications polarimétriques ou saccharimétriques, et, si l'on néglige de les éliminer ou d'en tenir compte, on peut tomber dans des erreurs variables. Il manque encore à ce sujet un travail complet, indiquant les déviations produites sur le plan de polarisation par la dissolution simple ou mélangée de ces diverses matières, soit seules, soit accompagnées de proportions quelconques de sucre. C'est précisément à ce manque d'indications qu'il faut rapporter la nécessité indispensable de traiter les solutions sucrées par le sel plombique, afin de précipiter la plupart des sels métalliques ; mais il convient de remarquer que, par cette réaction, on n'élimine pas les sels alcalins, dont la présence peut déterminer de légères erreurs. On pourrait les éviter ou les atténuer considérablement par la connaissance précise de l'action polarimétrique des sucrates alcalins, mais il faut convenir que le procédé le plus simple, pour apprécier la proportion de sucre d'une liqueur, consisterait dans l'emploi d'un réactif susceptible de précipiter tout le sucre à l'état insoluble.

Cette question importante est encore à l'état de problème.

QUATRIÈME OBSERVATION.

QUESTIONS AGRICOLES RELATIVES A LA CULTURE DES PLANTES SACCHARINES.
CULTURE DE LA CANNE EN EUROPE ET EN ALGÉRIE.
AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ SUCRIÈRE DE LA BETTERAVE.

On a longuement discuté sur divers points relatifs à l'industrie sucrière, tant en France qu'à l'étranger, et cependant on a mis à peu près en oubli les objets d'étude les plus importants, savoir : les questions afférentes à la production agricole de la matière première. Peu d'observateurs, en effet, se sont attachés à cette tâche, d'autant plus utile qu'elle est moins brillante, et c'est à peine si l'on rencontre, de loin en loin, une phrase, une réflexion qui puisse servir de guide à la pratique. C'est qu'on avait autre chose à faire vraiment que de tant songer à l'utile, au bien général : on avait à soutenir des théories personnelles, à établir des formules, à préconiser des compositions fertilisantes, à recommander et à décrire des appareils, et tout cela ne laisse pas le temps de s'attacher à résoudre les difficultés réelles de la culture ou de la fabrication.

Nous voudrions voir étudier en agriculture les différentes questions suivantes relativement aux végétaux saccharifères :

1° Quel est le rendement moyen, par hectare de cannes, de sorgho ou de betteraves, selon la nature du sol, argileux, calcaire, sablonneux, etc. ?

2° Quelle est l'influence précise de la nature du sous-sol dans les divers terrains destinés aux plantes saccharines ?

3° Quelle est la valeur relative des différents amendements employés dans des conditions variées ?

4° Quelle est la valeur des engrais proprement dits dans chaque variété de terrains ?

5° Qelles sont les différences qui résultent, dans la produc-

tion du sucre, de l'application au sol de tel ou tel mode de préparation et des soins d'entretien ?

6° Quelle est l'influence du drainage considéré comme moyen d'aération souterraine et d'assainissement?

7° Quelles sont les différences à établir selon que les plantes saccharifères sont récoltées à telle ou telle époque, avant ou après la maturité, dans les diverses espèces de sol consacrées à leur culture ?

8° Quelle est l'action spéciale du charbon végétal, de l'humus, du terreau, de la tourbe désacidifiée, des débris végétaux, sans mélange de matières animales?

9° Quels sont les résultats saccharimétriques, constatés par les données de la polarimétrie, sur les plantes saccharines, au moment même de leur extraction du sol, à différents âges de leur vie végétale, dans des conditions variées de terrain, de climat, de température, etc. ?

10° Quelles sont les circonstances relatives à la conservation des matières saccharifères dans ces différentes conditions, et en tenant compte des variétés soumises à la culture?

On comprend que les réponses nettes, catégoriques, à ces questions, éclaireraient singulièrement l'industrie sucrière, et un travail qui remplirait cet objet serait d'une extrême importance pour l'avenir de la sucrerie. A part quelques observations générales qui peuvent servir de point de départ, on peut dire que rien n'a été fait dans cette voie et que les contradictions des auteurs ne sont pas de nature à diriger les cultivateurs. Ainsi, les uns veulent qu'on choisisse tel sol pour telle plante, d'autres veulent autre chose ; les uns exigent ou tolèrent des engrais puissants que les autres répudient, et ces opinions sont plus souvent basées sur des systèmes de coteries, sur des théories hasardées, que sur l'observation des faits agricoles ou manufacturiers. Nous ne craignons pas de le dire hautement : la science qui n'appelle pas à son secours l'expérimentation, qui raisonne *à priori*, par voie systématique d'induction, n'est pas faite pour inspirer la confiance des hommes de pratique ; ce n'est pas de la science, c'est du charlatanisme. La science consiste à *savoir* et non à *supposer*.

Les expériences que nous voudrions voir accomplir n'ont pas besoin du luxe de la chimie officielle ; tous peuvent y concourir, et l'un des premiers moyens d'obtenir de bons résul-

tats consisterait dans une enquête annuelle, portant sur les divers chefs que nous venons de mentionner. Cette mesure est loin d'être difficile à exécuter et elle fournirait à elle seule des documents précieux, beaucoup plus utiles que les divagations théoriques les plus étendues ; mais c'est au gouvernement à donner l'impulsion dans cette voie, et l'on ne peut assez compter sur le zèle des simples particuliers pour atteindre au but proposé. De combien de faits sérieux se serait enrichie l'observation agricole relativement aux plantes à sucre, si, depuis cinquante ans, une telle enquête avait remplacé, pour la canne et la betterave, les discussions parlementaires, les excentricités administratives et les actes rancuniers dont on a été témoin ? Les conséquences en seraient immenses, incalculables, et cette simple idée entraînerait les plus grands progrès par son exécution.

Si l'on savait, en effet, que tel sol, tel amendement, tel engrais, produisent des végétaux dans lesquels se trouvent plus de sucre incristallisable, ou plus des principes qui altèrent le sucre prismatique dans le travail industriel, on saurait déjà à quoi s'en tenir sous ce rapport, et l'on se trouverait en face d'obstacles culturaux bien définis qu'il conviendrait d'éviter. On apprendrait également, d'une manière positive, quelles sont les conditions les plus favorables à la production d'un maximum de sucre prismatique, et l'on pourrait réaliser celles de ces conditions qui sont au pouvoir de l'agriculture pratique.

Au lieu de faits constatés, nous ne possédons guère aujourd'hui que des controverses, et cette situation est loin d'être à la louange de notre époque vaniteuse, où nous nous croyons arrivés presque à l'apogée en tout, pendant que la tendance générale nous porte à prendre le clinquant pour de l'or et à donner de l'importance aux chimères les plus vaines, pourvu qu'elles brillent aux yeux. Nous voyons trop peu la valeur du fond des choses, et nous nous préoccupons trop de leur forme.

Culture de la canne en Europe. — Une des idées qui ont le plus exercé l'imagination de plusieurs repose sur la possibilité de cultiver la canne en Europe, et nous allons en dire quelques mots afin d'établir les bases d'une saine appréciation.

La canne a été cultivée avec succès en Espagne, en Italie, en Sicile, dans les îles de la Grèce... En comparant la latitude

à laquelle on cultive encore la canne dans l'Amérique septentrionale, on peut croire que cette plante réussirait jusque vers le 45e degré de latitude nord, ce qui donnerait pour le midi de la France une zone d'environ 180 à 200 kilomètres de largeur accessibles à cette plante, si l'on se contentait de raisonner par induction ; mais nous nous fondons sur d'autres données pour poser les principes qui peuvent servir de base à l'expérimentation que nous regardons comme seule concluante en pareille matière. Admettons que tous les pays européens situés au-dessous du 40e degré de latitude peuvent aussi bien convenir à la canne que la Louisiane, par exemple, ce fait ayant été constaté autrefois expérimentalement, et posons comme acquise la possibilité de la culture de la canne en Espagne, en Sicile, en Italie, etc.

Lorsque ces pays entreront définitivement dans la voie du progrès et du travail, lorsque leurs populations secoueront les langes sous lesquels elles végètent depuis des siècles, elles pourront reprendre le noble rang qu'elles avaient conquis dans l'art agricole, et nous ne mettons pas un seul instant le succès en doute. Ce n'est donc pas à ces riches contrées que s'adressent les observations suivantes, et nous croyons la question résolue en ce qui les concerne.

Il n'y aurait ici qu'une seule objection à faire : la population espagnole et celle de la péninsule italienne sont-elles aptes à devenir jamais des nations agricoles, et pourront-elles secouer leur indolence et leur amour du *far niente?* Cette question est trop grave pour que nous cherchions à la résoudre autrement que par analogie, et nous nous contenterons de faire observer que les peuples espagnols et italiens étaient fort estimés pour leur rude énergie et leur amour du travail champêtre avant qu'un système bien connu les eût plongés dans l'apathie et la torpeur qu'on leur reproche aujourd'hui. Pourquoi ne se tourneraient-ils pas vers le travail agricole lorsque ce travail sera devenu pour eux, non un surcroît inutile de misère, mais un moyen de prospérité et d'aisance, lorsque ce travail leur rapportera ses fruits en entier, sans qu'une sorte de mendicité légale, organisée, y fasse profiter la paresse des sueurs de l'homme des champs?... L'expérience se chargera de répondre à cette question au sujet de laquelle nous n'avons rien à préjuger.

La culture de la canne est-elle possible en France?

Assurément, la solution affirmative de cette question serait un immense bienfait; mais nous ne croyons pas qu'il soit possible de la résoudre autrement que par l'expérience. Il est certain que la canne peut être cultivée avec succès, tant en Provence que dans le Languedoc, puisqu'à une époque déjà éloignée de nous, Olivier de Serres la regardait comme *domestiquée* dans ces provinces, et il est étrange que l'on n'ait pas cherché de nos jours à reprendre ces fructueux essais. Une spéculation de bourse, une opération d'agiotage trouveraient, sans nul doute, des capitalistes et des commanditaires, mais les grands intérêts agricoles ne rencontrent que des indifférents : cela n'a rien, au demeurant, qui doive étonner, en présence de la légèreté avec laquelle sont annoncés comme réels des résultats hypothétiques. Ce fait referme les coffres entr'ouverts des financiers, dont plusieurs ont éprouvé des pertes dans cette voie de tâtonnements. C'est donc à l'expérimentation courageuse, laborieuse et patiente, qu'il appartient d'ouvrir la route. Les précédents sont nombreux pour ce qui regarde la culture de la canne dans le midi de la France; mais doit-on affirmer que cette culture ne pourrait pas s'étendre dans des départements plus septentrionaux? L'auteur d'un mémoire, publié en 1830, sur ce sujet, se déclarait persuadé et convaincu de ce fait, que la culture de la canne serait encore plus avantageuse et plus facile dans les provinces du nord, telles que la Flandre, l'Alsace, la Normandie, etc.; la plus grande fertilité de ces provinces et leur plus grande humidité seraient beaucoup plus favorables au développement et à la végétation rapide de ce roseau, qui est beaucoup plus robuste et plus vivace que le maïs...

Nous ne pouvons guère entrer dans de plus grands détails à l'égard de cette idée ; voici cependant une observation qui ne nous paraît pas être dépourvue de sens pratique et qui nous semble de nature à autoriser des essais de ce genre. D'après M. Péligot, la canne de huit mois renferme 18,2 pour 100 de matières solubles; d'un autre côté, la canne redoute peu les premiers froids, en sorte que, plantée fin mars, ou commencement d'avril, elle pourrait être récoltée en novembre, ou même plus tôt, si l'on pouvait espérer d'obtenir une proportion suffisante de sucre cristallisable en traitant des

cannes non mûres. En supposant l'apparition du premier nœud vers le milieu de juin, on pourrait encore compter sur seize ou dix-huit nœuds exploitables.

Ce ne serait donc pas, à première vue, une utopie ridicule que de songer à cultiver la canne dans nos provinces françaises situées au midi de la Loire, et, probablement, on pourrait tenter des essais profitables au nord de ce fleuve. Une des grandes difficultés de ces tentatives expérimentales serait la conservation des souches destinées à procurer du plant ou des rejetons au printemps ; on peut même dire que, si l'on parvenait à surmonter aisément cet obstacle, la culture de la canne ne serait plus qu'un problème agricole ordinaire, analogue à ceux que l'on est habitué à résoudre depuis quelques années.

Voici donc comment nous comprendrions les expériences à faire pour parvenir promptement à la solution de la question :

Les tentatives auraient lieu à la fois sur plusieurs points de l'Empire, dans le midi, le centre, le nord, l'est et l'ouest... Elles seraient faites, d'un commun accord, par des hommes compétents en agriculture, indépendants, par leur position et leur caractère, de toute coterie et de tout système préconçu... Le mode de préparation du sol, l'emploi des engrais, les façons et binages, les précautions à prendre contre le froid, l'époque de la plantation et de la récolte, etc., seraient l'objet d'un soin particulier : une analyse expérimentale serait faite chaque mois et même plus fréquemment, et l'on noterait avec soin toutes les circonstances de climat, de température, de mode cultural, comparativement avec la proportion de sucre cristallisable ou liquide indiqué par la saccharimétrie. Les résultats seraient publiés, et, après quatre ou cinq années d'expérimentation, ils pourraient servir de base sérieuse à une appréciation utile.

On voit qu'il ne s'agirait en réalité que de trouver cinq expérimentateurs de bonne volonté et de leur procurer, vers le mois d'avril d'une première année, un certain nombre de boutures de canne. Cela ne présente pas d'énormes difficultés, et la grandeur du but à atteindre justifierait quelques sacrifices de temps et d'argent.

Culture de la canne en Algérie. — Si la question de l'acclimatation de la canne à sucre est encore un problème à étudier

pour la France, à l'exception des départements méridionaux, on peut dire, avec certitude, que cette plante est destinée à enrichir l'Afrique française, car l'Algérie est éminemment propre à une culture prospère de la canne à sucre aussi bien qu'à la production du café, du coton et du tabac. Ceci ne craint nullement la discussion, et la culture de la canne en Algérie n'a rien à redouter de la part du climat qui lui est de beaucoup plus favorable que celui de la Louisiane.

Une intéressante notice a été publiée sur ce sujet par M. H. Choppin d'Arnouville, inspecteur de colonisation à Sidi-bel-Abbès, dans la province d'Oran[1]; cette publication, approuvée par une commission locale et faite par ordre du ministre de la guerre, renferme des vues excellentes et des idées fort justes dont nous croyons devoir reproduire les plus importantes.

Dans un avant-propos de deux pages, rempli de verve et de justesse, l'auteur s'élève contre les prétentions des gens qui voudraient voir interdire ou entraver la culture de la canne et l'industrie sucrière en Algérie. La raison qu'on apporte en faveur de cette opinion repose sur les embarras suscités par la sucrerie indigène et qu'il ne faut pas risquer de reproduire, à propos de la canne, en Afrique.

Les partisans de ce système peuvent être de fort bonne foi, dit M. Choppin, et le motif seul de leur opinion les honore, puisque c'est en vue de la paix et de la tranquillité, de la *conservation*, qu'ils se prononcent dans ce sens, quoique, malheureusement, sans y réfléchir. En y regardant de plus près, en effet, cette opération est d'abord un non-sens, elle conduit à l'arbitraire le plus absolu ; enfin, à son insu, elle conseille une véritable cruauté, mais cruauté sur une grande échelle, comme on va en juger.

Personne ne contestera que l'Afrique soit une colonie française : or, comment la pensée de restreindre la fabrication du sucre de canne aux colonies pourrait-elle entrer dans un cerveau logique, lorsque le sucre de betterave est, précisément dans l'intérêt du premier, frappé de droits presque équivalents à la prohibition ? Si cela pouvait être, on verrait donc le sucre de

[1] *Culture de la canne à sucre ; indications sommaires à l'usage des colons d'Algérie.* Alger, 1852.

betterave frappé de droits dans l'intérêt d'un produit similaire des colonies, dont on interdirait d'un autre côté la fabrication?

A ces allégations que l'Algérie est assimilée à la France, qu'il faut faire pour elle une exception, quant au sucre, qu'elle n'a pas encore de *droits acquis*, M. Choppin répond que l'Algérie n'est pas assimilée, sinon en espérance ; que s'il suffisait pour cela d'une mesure administrative, autant vaudrait décréter tout de suite la prospérité obligatoire ; que, dans tous les cas, l'assimilation comporterait, pour l'Afrique française, le droit de produire ce qu'elle veut, ou plutôt ce qu'elle peut, comme la mère patrie... Quant aux droits acquis, les colons d'Afrique veulent précisément travailler à en acquérir, entre autres celui de ne plus mourir de faim, et l'on s'y oppose en conseillant à l'administration des mesures restrictives de leurs cultures !

« Voyez enfin, ajoute l'auteur de la notice, vous qui voulez conduire dans une pareille voie notre noble France ; voyez ce que vous voulez faire : des colons de la Réunion, des Antilles, de la Guyane, etc., dont les pères ont fait des fortunes quelquefois fabuleuses, qui, eux-mêmes, viennent de recevoir quelques cent millions pour leurs noirs (*qu'ils conservent*), qui mènent tous traditionnellement des vies de princes, vous intéressent au point que vous voulez faire défendre à de pauvres paysans tout frais expatriés, mourant de faim quelquefois, ou bien près, de gagner, par un travail approprié à leur nouveau pays, le pain de leurs pauvres familles ; cela se réduirait à dire, en exagérant un peu : Périssent, faute de pain, 20,000 pauvres diables, je suppose, mais que leurs prédécesseurs, maintenant tirés d'affaire, n'aient pas l'ombre d'une crainte à avoir sur la millième partie de leur superflu, crainte d'ailleurs gratuite et sans nul fondement... »

M. Choppin insiste avec juste raison pour qu'aucune considération particulière ne fasse dévier du principe de l'égalité absolue, de la concurrence à armes parfaitement semblables, nécessaire en agriculture plus qu'en toute autre branche d'industrie, puis il entre en matière par la description de la canne à sucre... La variété à laquelle il donne la préférence est la canne d'Otaïti, qu'il regarde comme plus robuste que ses congénères, relativement plus rustique et *bien moins sensible au froid*. C'est la variété qui lui semble appelée à réussir en Al-

gérie, surtout dans les plaines du littoral, bien qu'il ne conseille pas le voisinage tout à fait immédiat de la mer, dont les émanations salines pourraient être nuisibles.

Le terrain destiné à recevoir la canne doit être avant tout bien abrité du nord et de l'ouest, composé de bonne terre à froment et frais, ou irrigable, sans humidité permanente cependant : les terrains argilo-calcaires et silico-calcaires, les premiers si abondants en Algérie, sont très-favorables à la canne.

« Le terrain sera défoncé à 40 centimètres environ et fumé à dose ordinaire, avant l'hiver, si les récoltes précédentes sont présumées avoir épuisé le sol ; en avril, le terrain recevra un nouveau labour plus superficiel, un bon hersage, et sera disposé en billons distants de 1 mètre et demi au moins à 2 mètres, d'un sommet à l'autre, et d'une hauteur totale de 25 à 30 centimètres ; la charrue sous-sol, ou *sub-soil plough* des Anglais, tout en fer, sera très-convenable au premier labour ; de petites fosses de 30 à 40 centimètres de longueur seront creusées à 70 centimètres les unes des autres, en long, dans le fond des intervalles séparant les billons et parallèlement à leur axe. »

M. Choppin conseille la plantation, fin avril, lorsque la terre est fraîche ou même mouillée ; trois semaines ou un mois après, les jeunes pousses sortent de terre, et l'on doit les rechausser à mesure de leur croissance, pendant les trois ou quatre premiers mois, au moyen de la terre des revers voisins des billons. Les mauvaises herbes seront détruites avec soin.

L'auteur pense que les cannes pourront ainsi atteindre une hauteur d'un mètre et demi environ avant les froids de la fin d'octobre et de novembre et qu'elles auront poussé des racines assez profondes pour résister aux vents et aux intempéries de la mauvaise saison, et, dans sa pensée, les plantes supporteront l'hivernage. Après un binage donné à la suite des dernières pluies de mars, on devra procéder à l'épaillage, c'est-à-dire à la suppression des feuilles latérales, jusqu'à la récolte, qui aura lieu vers le milieu d'avril. La maturité complète de la canne ne devant avoir lieu en Algérie qu'après quinze ou dix-huit mois de plantation, il paraîtrait inévitable de perdre un hiver sur deux, pour ne replanter qu'au printemps, si l'on tenait à obtenir des cannes tout à fait mûres.

Après la récolte, les souches seront immédiatement recouvertes d'un peu de terre sèche ; on pourra donner à cette couche de terre une épaisseur de 15 à 20 centimètres, à l'approche des grands froids, et, moyennant cette précaution, à moins de fortes gelées, les souches pourront passer l'hiver saines et sauves, et donner de nouvelles tiges au printemps suivant.

M. Choppin conseille la plantation, fin avril, pour éviter la crainte des gelées blanches fréquentes au printemps, et il regarde la plantation dans les fossettes creusées au *fond* des billons comme nécessaire en Afrique, à cause de la rareté et de l'insuffisance des pluies. Ces opinions nous paraissent fort rationnelles, et sans analyser ce que l'auteur a indiqué sur la fabrication du sucre de canne, nous croyons avec lui que les moyens de fabrication ne manqueront pas en Afrique, dès que les plantations de cannes s'y établiront avantageusement.

En attendant, M. Choppin exprime la conviction que « *chaque petit colon*, ou, si l'on veut, *chaque village pourrait très-facilement produire et fabriquer le sucre nécessaire à sa consommation au moins*. La cassonade suffisamment *terrée*, agréable et fort bonne pour tous les usages, ne leur reviendrait pas à plus de 15 à 20 centimes le demi-kilogramme, quand bien même ils ne se serviraient, d'abord, que de rouleaux en pierre, de meules de moulins, de chaudrons ordinaires, enfin, exclusivement, *de leurs moyens actuels*. »

Nous n'ajouterons rien à ces idées, parfaitement applicables, mais qui, malheureusement, n'ont pas produit jusqu'à présent les fruits qu'on devait en attendre. L'Algérie peut produire du sucre et cultiver la canne avec autant de succès que la Louisiane, ce fait est admis sans conteste ; mais il ne faut pas oublier que l'Algérie est française, et qu'à ce titre les progrès y seront aussi lents qu'en France. S'il s'agissait de modes, de fantaisies, de bagatelles enfin, la chose serait exploitée depuis longtemps, elle aurait trouvé des capitaux, des encouragements ; mais, en matière sérieuse, nous avons le triste défaut de ne trouver à dépenser le plus souvent que des discours inutiles.

Il est certain que, si l'Algérie eût appartenu à une autre puissance voisine, remarquable par son génie de colonisation, cette brillante conquête serait dans une tout autre condition.

Les Anglais ont transporté la flore et la faune européennes jusqu'en Australie, et nous, après trente ans de possession, nous ne pouvons encore montrer le moindre avantage apporté à la mère patrie par notre colonie africaine, parce que nous n'avons pas fait pour elle ce qu'elle avait le droit d'espérer ; ainsi, les noirs des colonies ont plus coûté à l'Etat qu'il ne faudrait pour assurer la prospérité et l'avenir de l'Afrique française, et cependant il n'est pas possible de comparer avec justice la portée d'une émancipation prématurée et l'importance d'une vaste colonie située aux portes de la France. Des sommes énormes sont consacrées tous les ans à des inutilités ; mais qu'il s'agisse d'un intérêt agricole, du bien-être des hommes de culture, peu de voix oseront s'élever en leur faveur, et la plupart de ceux qui en parlent n'ouvrent la bouche que pour célébrer la prospérité agricole de notre époque. Triste prospérité que celle d'un temps et d'une nation où l'on ne sait conjurer les disettes périodiques que par des discours, tandis que les moyens réels se retirent de ceux qui ont besoin pour aller vers ceux qui regorgent !

Nous avons en France 20 millions d'hommes qui appartiennent à la petite exploitation rurale ; nous avons, à une journée de distance, une colonie qui aurait fait l'orgueil de Rome, et, pour nos colons, pour nos cultivateurs, on ne fait rien que des projets aussitôt abandonnés que conçus. Les encouragements, les primes, sont détournés de leur but avouable, et ceux qui en profitent sont précisément les spécialistes qui entretiennent le marasme de notre agriculture. Le déclassement des populations, l'émigration des champs pour la ville, la misère profonde des travailleurs ruraux en France et en Algérie, la cherté croissante des objets d'alimentation sont des preuves palpables de ce que nous avançons.

Il est temps que cet état de choses soit profondément modifié, si l'on veut éviter les crises alimentaires pour l'avenir ; il est temps que l'on voie l'agriculture où elle est, au milieu des masses de la petite culture et de la moyenne exploitation, et non dans les succès des riches amateurs qui visent au titre mensonger d'agronomes, et auxquels leur fortune permet de bénéficier de toutes les situations. Ceux-là ont profité seuls de la crise des alcools depuis 1854 ; ils s'empareront aussi de la sucrerie agricole, si jamais elle parvient à s'implanter en

France par la betterave et en Algérie par la canne et le sorgho. Cette anomalie est grave dans ses conséquences, et le gouvernement ne peut manquer d'y apporter une attention sérieuse.

Amélioration de la qualité sucrière de la betterave. — Des recherches ont été entreprises en France par M. L. Vilmorin pour parvenir à améliorer, par le semis et la reproduction, la qualité sucrière des betteraves, et, à l'époque de la mort de cet observateur, elles présentaient déjà des résultats fort remarquables. On a parlé de racines dont la teneur en sucre était égale à 24/100 de leur poids... Sans attacher à ce chiffre une importance exagérée, nous sommes parfaitement certain de la possibilité d'améliorer la betterave et de créer des variétés saccharifères d'une haute richesse. L'avantage que trouveraient les fabricants à des recherches de ce genre n'est pas contestable, et il nous paraîtrait d'une haute utilité que ces expériences fussent entreprises par les manufacturiers eux-mêmes, ou, tout au moins, sous leur direction. Il ne peut se présenter ici qu'une seule difficulté, et de semblables expérimentations sont plutôt des travaux de patience que des opérations de calcul et de théorie. On possède même, dans le cas dont il s'agit, une base de recherche qui permet de marcher à coup sûr, sans avoir à redouter la voie pénible des tâtonnements, en sorte que l'on ne peut apporter aucune excuse valable en faveur de la négligence. Nous réunissons ici les divers principes et les faits acquis dont on doit avoir l'ensemble sous les yeux, si l'on ne veut rien négliger pour parvenir au succès.

1° Il est d'observation constante que, dans les végétaux comme dans les animaux, les produits de la fécondation apportent la plupart des qualités des reproducteurs, et personne aujourd'hui ne conteste l'influence manifeste de l'hérédité. Il est donc de toute probabilité que, d'un choix de porte-graines offrant le maximum des qualités utiles, il naîtra des produits qui offriront ces mêmes qualités, que ces qualités seront souvent exagérées, et que, dans un grand nombre de circonstances, elles se perpétueront par le semis, à condition que les races ainsi créées ne soient pas exposées à la dégénérescence par l'abâtardissement.

2° Or, les qualités que l'on doit rechercher dans la betterave à sucre sont évidemment les suivantes : elles devront

contenir le plus possible de sucre prismatique avec le minimum de sels minéraux solubles ; elles seront très-peu aqueuses relativement et parviendront promptement à maturité.

3° Plus la densité d'une betterave sera considérable et plus elle renfermera de sucre, à condition toutefois qu'elle ait crû dans un sol renfermant le moins possible de substances salines.

Ces principes étant posés, voici comme il convient d'ordonner les expériences à faire relativement à l'amélioration de la betterave :

1° On fera choix d'un sol meuble et profond, riche en humus et pauvre en sels alcalins ; il sera, autant que possible, de nature argilo-calcaire ou argilo-sablonneuse, ces terrains étant les plus favorables à la culture de la betterave [1].

2° Le sous-sol devra être très-perméable, ou, dans le cas contraire, il sera assaini par un bon drainage.

3° On notera avec soin les circonstances de situation, d'exposition et de température.

4° Le terrain sera préparé par un bon labour d'automne ; il ne recevra d'autre fumure que des engrais exclusivement végétaux, afin de ne pas augmenter inutilement la proportion des sels.

5° On fera choix, pour la *première année*, de graines de bonne qualité commerciale, et l'on agira à la fois comparativement sur les variétés les plus riches en sucre.

6° Les graines seront semées sur place et en lignes, aussitôt que l'on n'aura plus rien à craindre des gelées de printemps ; les jeunes plants seront convenablement espacés et recevront les soins de culture, de propreté et d'entretien que nous avons indiqués (liv. Ier).

7° On arrachera, dans chaque variété, les racines mûres, aussitôt que la maturité sera bien constatée ; on en fera un triage attentif, et l'on constatera la densité des racines récoltées, de manière à ne conserver pour porte-graines que les plus denses, choisies dans les produits précoces et les produits tardifs. Le tout sera soigneusement noté.

8° La *seconde année*, on choisira, pour porte-graines dans chaque variété, précoce ou tardive, la racine la plus dense ;

[1] Les sols d'alluvion sont les meilleurs.

on la plantera dans le sol où elle aura crû ou dans un sol analogue; on ne récoltera que les graines parfaitement mûres.

9° On sèmera comparativement des graines commerciales chaque année, afin de juger de l'amélioration produite par le semis des graines obtenues sur les racines choisies.

10° On aura l'attention de concentrer tous les soins sur les produits les plus denses obtenus et sur les racines qui, à densité égale ou presque égale, parviendraient plus tôt à leur maturité.

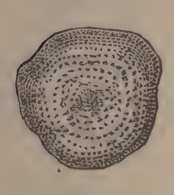
En continuant pendant plusieurs années ce mode d'expérimentation, on peut raisonnablement espérer qu'une variété au moins fournira une nouvelle race, précoce, très-sucrée, susceptible de se perpétuer par le semis. On comprend que cette méthode, qui est à peu près celle suivie par M. Vilmorin, ne diffère pas sensiblement de celle que nous avons conseillée, lorsque nous avons parlé du choix des porte-graines ; il serait, d'ailleurs, très-rationnel de ne jamais planter comme sujets reproducteurs que les racines les plus denses choisies dans un lot considérable, et les fabricants devraient tenir la main à cette précaution, en surveillant attentivement le choix des racines destinées à produire la semence.

CINQUIÈME OBSERVATION.

COMPOSITION INTIME ET STRUCTURE ANATOMIQUE DE LA CANNE ET DE LA BETTERAVE.

Nous n'avons pas à présenter à nos lecteurs un travail complet sur l'organisation anatomique des deux principales plantes saccharifères ; ce travail n'offrant que peu d'utilité pratique relative, il nous a semblé superflu de répéter les expériences microscopiques minutieuses qu'il comporterait, et cela avec d'autant plus de raison qu'il paraît avoir été exécuté aussi soigneusement que possible, d'une part, pour la canne, au laboratoire de M. Payen, et de l'autre, pour la betterave, par ce chimiste et par M. Decaisne. C'est donc aux observations de ces deux auteurs que nous empruntons les faits contenus dans le résumé suivant, en attendant que cette étude devienne l'objet des soins de quelque habile micrographe.

Structure et composition de la canne à sucre. — Si l'on examine avec attention, sous le microscope, une tranche mince de canne, coupée transversalement et perpendiculairement à l'axe (fig. 83), on remarque, en procédant de la périphérie au centre :



(Fig. 83.)

1° Une sorte de vernis ou d'enduit qui recouvre l'épiderme et auquel on a donné le nom de *cérosie*...

2° Au-dessous de cette couche superficielle se trouve l'épiderme.

3° A la suite des couches épidermiques on rencontre une masse de tissu cellulaire au milieu de laquelle sont épars des faisceaux vasculaires représentés par des points noirs sur la figure 83 ci-dessus.

4° On peut remarquer que le tissu vasculaire est d'autant plus dense que l'on observe dans une zone plus rapprochée de la périphérie. Entre cette zone et la partie centrale, le tissu cellulaire est plus abondant et les vaisseaux sont plus rares.

5° Le sucre est renfermé dans le tissu cellulaire et il existe plus abondamment, par conséquent, dans la portion moyenne, entre le centre et la superficie.

6° Il est remarquable que chaque faisceau vasculaire est entouré d'une masse de cellules saccharifères d'autant plus volumineuses qu'elles sont plus éloignées de ce faisceau.

7° Les cellules saccharifères sont percées de petites ouvertures dans leurs parois latérales, mais leurs extrémités sont occluses et ne présentent aucune ouverture. C'est par les ouvertures latérales que ces cellules communiquent entre elles.

8° On trouve des granules d'amidon dans le tissu cellulaire saccharifère des cannes jeunes et des parties non parvenues à maturité. Ces granules amylacés ne se retrouvent plus dans les cannes mûres, ce qu'il est facile de constater par la réaction de l'iode.

9° Les cellules saccharifères entourent tous les vaisseaux, depuis l'axe jusqu'à la deuxième rangée des filets ligneux sous-épidermiques.

10° D'après M. Payen, on remarque des granules d'amidon en grand nombre dans toutes les tiges et les feuilles des pousses récemment formées; les tiges en contiennent surtout dans les tissus sous-épidermiques et dans les tissus cellulaires à sucre, tout autour des faisceaux vasculaires.

Les jeunes feuilles présentent aussi des sécrétions amylacées abondantes autour des vaisseaux des nervules, dans les tissus celluleux résistants qui enveloppent ces nervules, et s'étendent de l'une des faces de la feuille jusqu'à l'autre face.

Observations. — La présence de l'amidon ou des granules féculents, dans les cellules saccharifères des cannes jeunes ou des parties de cannes non mûres, constitue un fait remarquable dont on peut déduire des conséquences logiques assez importantes. Si la fécule existe, à certain âge, dans la canne, on peut présumer que cette plante ne diffère en rien de ses congénères de la famille des graminées, et que ses phases d'évolution sont similaires, à l'exception de la surabondance du suc propre qui tient le sucre en dissolution. Un grand nombre de graminées renferment également du sucre; mais on peut se demander par quelle transition passe la fécule, puisqu'on n'en retrouve plus de trace dans les cannes mûres... S'il n'existe

pas de sucre liquide dans la canne mûre, la fécule n'a pu se transformer qu'en gomme, en glycose ou en sucre prismatique!... Quelle est celle de ces hypothèses à laquelle s'arrêtent les partisans de la non-préexistence du sucre incristallisable ?

M. Péligot nie la présence de la gomme, du mucilage, etc., et il ne reste plus à l'hypothèse que le glycose et le sucre prismatique pour résultats possibles de la transformation de la fécule ; or, si l'on s'arrête au glycose, on sait que le sucre $C^{12}H^9O^9+5HO$ se change très-aisément en sucre incristallisable $C^{12}H^9O^9+3HO$, et que ce dernier peut se changer également en glycose. On ne peut donc nier, *à priori*, l'existence du sucre liquide dans la canne, soit que ce sucre dérive du glycose ou plus directement de la fécule. A ceux qui prétendraient que l'amidon s'est changé en sucre prismatique par les progrès de la maturation, nous dirons que cette affirmation est faite sans preuves; que la canne offrirait, dans ce cas, le seul exemple de cette *transformation directe* que l'art aurait un si puissant intérêt à reproduire; enfin, qu'avant de croire à cette métamorphose, laquelle est contraire à tous les faits observés, nous voudrions en avoir une démonstration.

Nous demandons, en résumé, ce que devient par la maturation la fécule observée constamment dans les jeunes plantes, et nous ne pensons pas que l'on puisse répondre à cette question d'une manière satisfaisante sans être obligé d'admettre, à une certaine époque au moins, la présence de la gomme ou d'un produit similaire, ou bien celle d'un sucre plus hydraté que le prismatique.

Structure et composition intime de la betterave. — L'organisation intime de la betterave a été étudiée avec soin par M. Decaisne, et les données de cet observateur ont été reproduites par M. Payen. La seule différence remarquable que l'on ait à constater, à douze années de distance, dans les affirmations de ces deux savants, consiste en ce que M. Decaisne nie la présence des cristaux d'oxalate de chaux dans le tissu cellulaire de la betterave, tandis que le professeur au Conservatoire admet l'existence de ce sel. M. Decaisne dit aussi n'avoir pas observé de globules amylacés dans la betterave, bien que nous ayons souvent constaté nous-même la présence de cette matière.

Nous ne pensons pas à nous étendre sur ce fait, d'autant plus qu'il nous est arrivé plusieurs fois de ne plus retrouver de fécule dans des racines dont les congénères avaient présenté la réaction spécifique par la teinture d'iode quelques semaines auparavant. Il est indispensable, lorsque l'on veut se prononcer en pareil cas, d'examiner les plantes par tous les moyens possibles, et à toutes les époques de leur croissance. Or, si M. Decaisne paraît avoir procédé ainsi pour les questions d'anatomie relatives à la betterave, il ne nous semble pas démontré qu'il ait agi de même en ce qui concerne l'existence de la fécule, de la gomme, des principes pectiques, etc., quoiqu'il soit juste d'ajouter que ce genre d'observations est plutôt du ressort de la chimie analytique que de l'anatomie végétale.

Après quelques observations sur les obstacles que rencontre le physiologiste dans une tâche analogue à celle qu'il avait entreprise à la demande de M. Péligot[1], M. J. Decaisne cherche à établir ce fait : que le sucre se trouvant toujours sous la forme liquide dans les végétaux, ce principe échappe facilement à nos observations anatomo-physiologiques, l'absence de concrétion, causée par le mélange des séves, étant un inconvénient notable qui ne permet pas d'étudier la manière dont le sucre est distribué primitivement.

Cette idée préliminaire conduit M. Decaisne à reconnaître les difficultés que l'on éprouve à rechercher la place occupée dans la betterave par les produits qu'on en extrait, les caractères qu'ils offrent au sein des tissus vivants... Les principes à étudier, liquides, incolores, ne présentant pas de caractères éminemment différentiels, l'emploi du microscope offre des obstacles inhérents à ces conditions spéciales ; d'autre part, la chimie ne donnant aucun moyen applicable dans les circonstances où était placé l'observateur, il s'est déterminé à ne s'occuper d'abord que de *l'anatomie* de la betterave, depuis l'époque de sa germination jusqu'à celle de son accroissement complet, en se bornant toutefois à l'étude de la racine, abstraction faite des parties aériennes.

Nous ne tiendrons aucun compte, dans ce résumé, de l'idée accessoire qui semble avoir attiré principalement l'attention

[1] Mémoire du 28 novembre 1838, précédemment analysé.

de M. J. Decaisne, savoir : la question d'analogie entre le mode de formation des radicelles des racines de la betterave et celui des mêmes organes lorsqu'ils apparaissent sur les rameaux. Cette étude est tellement étrangère au véritable objet de l'industrie sucrière qu'elle ne peut guère intéresser que les botanistes et ne saurait en rien profiter à la question industrielle des sucres.

L'étude de M. J. Decaisne a porté sur la betterave de Silésie. « Cette variété, dit-il, semble, sous tous les rapports, mériter la préférence pour la fabrication du sucre ; elle paraît mieux résister aux sécheresses, être moins aqueuse que les betteraves champêtres, betteraves à peau rose, qui atteignent de bien plus grandes dimensions ; elle a surtout le très-grand avantage de s'élever très-peu au-dessus du sol. »

A l'époque de la germination, lorsque la plante n'offre que ses deux cotylédons, une coupe de la racine, perpendiculaire à l'axe, offre, de la périphérie au centre, un rang d'utricules épidermiques, une couche plus ou moins épaisse de parenchyme cortical, formé de cellules peu agrégées et d'autant plus grandes qu'elles se rapprochent de celles plus petites qui environnent le faisceau vasculaire *réticulé* du centre... Ce faisceau est cylindrique ou composé plus souvent de deux groupes en demi-cercles.

Dans la formation des radicelles, nous ne voyons qu'un fait présentant une valeur réelle : c'est la communication des vaisseaux de ces radicelles avec celles du centre de la racine mère, ce qui pourrait offrir un champ assez vaste à quelques hypothèses culturales, dans le cas où le mode de développement indiqué par M. Decaisne serait complétement exact.

« A mesure que la jeune plante grandit, *on voit* des cercles de faisceaux vasculaires *apparaître autour du premier* et former ainsi des zones concentriques sur toute la racine... En admettant leur relation avec les feuilles, il reste à déterminer si chacune des zones concentriques vasculaires correspond à un cycle de feuilles, comme semble l'indiquer la torsion spirale qu'elles affectent quelquefois. »

Il y a évidemment ici une erreur.

M. Decaisne ne paraît pas avoir prêté attention à ce fait, que les premières feuilles, qui correspondraient au faisceau vascu-

laire central primitif, d'après son hypothèse, finissent par atteindre la périphérie et sont remplacées, au centre de la tige, par de nouvelles feuilles ; les anciennes deviennent excentriques et ne peuvent plus correspondre avec la zone centrale vasculaire, si celle-ci reste fixe, et que l'accroissement de la racine dépende de la formation de nouvelles zones qui apparaissent autour de la première. Son hypothèse de relation entre les feuilles et les zones vasculaires ne peut avoir de valeur qu'autant que la zone vasculaire centrale acquerrait un développement excentrique analogue à celui du cycle foliacé, et que les nouvelles zones apparaîtraient au centre de la racine et non à la périphérie de la zone précédente.

L'observation a-t-elle été faite avec exactitude ? Il est permis d'en douter ; mais, dans l'affirmative, la conclusion qu'on semble en tirer nous paraît prématurée dans un sens et impossible dans l'autre. Si la correspondance des zones utriculaires avec les feuilles est exacte, ce qui nous semble fort plausible, les feuilles extérieures, plus anciennes, persistantes ou non, répondent aux zones primitives, lesquelles sont devenues extérieures, sous-corticales, tandis que les zones vasculaires de nouvelle formation sont centrales et répondent aux feuilles les plus jeunes.

S'il n'en est pas ainsi, l'hypothèse de M. Decaisne est gratuite, et les feuilles ne répondent pas aux zones vasculaires ; si ce que nous venons de dire est exact, cet observateur s'est trompé sur le mode d'accroissement de la betterave, et cet accroissement a lieu par le centre. Ceci serait justifié par la communication des radicelles avec le centre de la racine, et, au point de vue de la pratique, démontrerait l'importance que l'on doit attacher à la question de l'effeuillage. On peut se demander, en effet, si la durée des cycles foliacés n'a pas une grande influence sur la production du sucre, soit par la conservation des feuilles, comme agents de nutrition, soit par leur suppression, si on les considère sous un autre rapport.

Cette question ne nous paraît pas encore avoir été convenablement étudiée.

Quand on examine à l'œil nu la disposition intérieure d'une betterave parvenue à tout son développement (fig. 84), on observe aisément, dans une coupe verticale suivant l'axe, les faisceaux vasculaires A,B,C,D,E, à partir du centre; la coupe hori-

zontale perpendiculaire à l'axe montre encore mieux la disposition des zones concentriques vasculaires. Chacune de ces zones, dont la coloration blanche est très-reconnaissable sur la racine, se compose de faisceaux vasculaires à coupe transversale elliptique, formés de vaisseaux réticulés plus ou moins nombreux, lesquels sont entourés de toutes parts par des cellules cylindriques qui renferment le sucre.



(Fig. 84.)

Les intervalles entre les zones dont nous parlons sont rem-

plis par des utricules fermés qui ne contiennent pas de matière sucrée, en sorte que le sucre est d'autant plus abondant que les zones vasculaires blanches sont plus nombreuses.

Quel serait le moyen cultural pratique d'augmenter le nombre de ces zones formant la masse réelle du tissu saccharifère ?...

La substance ligneuse solide manque presque complétement dans la betterave, et il paraîtrait que le sucre se trouverait contenu à l'état *concret* dans les vaisseaux. Il en résulte que les vaisseaux étant beaucoup plus nombreux dans les zones centrales et diminuant dans les zones extérieures, les cellules saccharifères de la zone périphérique sous-corticale ne renferment, pour ainsi dire, que des traces de cette substance.

On peut encore tirer de ces faits quelques autres conséquences. Si les zones extérieures renferment moins de sucre parce qu'elles contiennent moins de vaisseaux, il y a toujours un grand intérêt à donner à la betterave la plus longue végétation possible. D'autre part, on trouve parfaitement justifiée l'opinion des personnes qui ont prétendu que le sucre augmente dans les derniers temps du séjour des racines en terre. Que les vaisseaux *sécréteurs* du sucre soient plus nombreux dans les tissus plus jeunes ou plus anciens, ces deux conséquences n'en sont pas moins rigoureuses et susceptibles d'une saine application en pratique.

La partie supérieure des racines, répondant ordinairement à la portion qui a crû hors de terre, et dont la limite moyenne est indiquée par la ligne *ap* sur la figure 84, renferme moins de sucre et plus de sels que la partie inférieure. On y rencontre des utricules remplis de cristaux très-ténus que M. Payen regarde comme formés par l'oxalate de chaux. « Ces utricules, dit M. J. Decaisne, sont d'autant plus nombreux que la partie de la plante hors de terre a pris un plus grand développement. La limite de ces utricules est très-nette ; elle ne s'étend pas au delà du point de départ des deux systèmes aérien et souterrain, et on cesse presque tout à coup d'en rencontrer, si on vient à dépasser inférieurement le collet.

« A une époque avancée du développement de la betterave, la partie centrale utriculaire se détruit et fait place à une cavité, comme cela a lieu pour la moelle dans la plupart des végétaux. »

On comprend que les variétés de betterave qui opèrent leur développement sans sortir de terre, ou qui en sortent moins, doivent être préférées par la fabrication sucrière, puisque ces variétés contiennent moins de sels. Elles pourraient être l'objet d'une recherche culturale particulière dont les résultats seraient loin d'être dépourvus d'intérêt, surtout si des racines, croissant entièrement en terre, offraient en outre un maximum de sucre cristallisable.

Nous ne nous étendrons pas davantage au sujet de la constitution anatomique de la betterave, ce que nous venons d'exposer renfermant le résumé de ce que l'on sait aujourd'hui de moins contestable. Il conviendrait cependant de refaire complétement l'étude de la structure intime de la canne et de la betterave sucrière, en se plaçant dans des conditions différentes de celles qui ont été choisies par les observateurs précédents ; ce serait en réalité le seul moyen d'obtenir des résultats comparatifs tels, que l'on n'aurait plus de doutes à concevoir ni d'objections à soulever contre les données qui en résulteraient pour la théorie et pour la pratique.

SIXIÈME OBSERVATION.

DE LA SUCRERIE EXOTIQUE. — ÉTUDE DES USINES CENTRALES.

La fabrication du sucre, dans les colonies françaises, se débat contre une foule de dangers qui la menacent dans son existence, et, non contente d'avoir à lutter contre des périls réels, elle cherche à s'en créer de factices et d'illusoires. Les planteurs sont aujourd'hui partagés en deux camps : les amis de la nouveauté et les partisans quand même de la routine. Nous n'entendons pas ici, par *amis de la nouveauté*, les chercheurs d'utopies, et nous reconnaissons que, parmi les partisans des vieux systèmes, on rencontre des hommes fort recommandables par leur expérience ; mais il ne sera pas inutile de jeter un coup d'œil sur les idées des uns et des autres, avant d'examiner plus en détail la question de ce qu'on appelle pompeusement les *usines centrales*.

On sait que le système suivi dans la sucrerie coloniale est tout à fait primitif : un écrasage et une pression par à peu près des cannes entre trois rolls horizontaux ou verticaux ne donnent qu'une partie du jus de la plante ; un séjour du vesou dans un bac de repos favorise les altérations, bien qu'il ait pour but de laisser déposer les impuretés les plus grossières, en attendant que l'on puisse envoyer la liqueur à la grande ; l'écumage du vesou dans cette chaudière et les deux suivantes constitue presque toute la défécation, puisque l'*enivrage* est regardé toujours comme accessoire, et souvent comme inutile ; enfin, la cuite, faite à trop haute température et à feu nu, précède une cristallisation plus ou moins mal soignée, une purge incomplète, et l'on fait une perte considérable en sucre par l'habitude contractée de ne pas traiter les sirops d'égout. Malgré ses nombreux défauts, cette méthode a survécu à tous les efforts tentés pour la modifier ; elle a été défendue par toutes les raisons possibles, et, en fait, elle subsiste encore presque

partout. Ce fait doit présenter une raison d'être assez sérieuse pour rendre compte de sa permanence, et ce n'est pas toujours par les meilleurs arguments que l'on parvient à détruire les anomalies de ce genre. Ainsi, le vieux système colonial fournit un rendement de 4,5 à 5, en moyenne, avec une plante qui renferme de 18 à 20 de sucre ; une autre quantité est perdue dans les mélasses et le reste sert de combustible : rien, assurément, n'est plus opposé aux habitudes manufacturières de l'Europe, ni plus contraire aux notions les plus élémentaires de l'économie industrielle, et cependant, nous le répétons, un tel état de choses persiste, et il durera probablement longtemps encore, défendu qu'il est par sa simplicité même.

C'est là, en effet, qu'il faut chercher la vraie raison qui fait conserver cette méthode désastreuse. Avec une plante aussi riche que la canne, *on peut* brûler la moitié du sucre qu'elle renferme, en gaspiller un quart, pourvu que l'autre quart, extrait sans peine par des moyens habituels, à la portée des intelligences obtuses qui les mettent à exécution, fournisse un bénéfice suffisant. Qu'a-t-on besoin de se gêner dans de pareilles conditions ?... La simplicité de l'outillage et des opérations de l'ancienne méthode, simplicité qui la rend accessible aux idées rudimentaires des hommes de couleur, nous paraît donc être le seul motif spécieux que l'on puisse invoquer en sa faveur.

Or, les partisans du progrès colonial sont partagés, de leur côté, par des idées et des vues différentes : les uns veulent que l'on se contente d'améliorer la méthode ancienne dans les limites du possible, tout en lui conservant son cachet de simplicité ; les autres veulent qu'on lui substitue le plus tôt possible l'instrumentation et les procédés de la sucrerie européenne.

Avec les premiers, l'amélioration des appareils lamineurs, une seconde pression après l'immersion de la bagasse dans l'eau, un enivrage suffisant dans les bacs de repos, l'application de la plus forte chaleur sur le vesou placé dans la grande sous laquelle serait disposé le foyer, la cuite à une température beaucoup moins élevée, une cristallisation en formes ou en bacs, suivie de la purge par la turbine, un bon traitement des sirops d'égout formeraient l'ensemble des perfectionnements qu'ils réclament et voudraient voir adopter.

Ces éléments de fabrication constitueraient un progrès tel

que la production serait aussitôt doublée au moins, sans augmentation sensible de frais, et sans que l'on puisse crier contre la complication de la méthode. Les travailleurs noirs n'auraient aucun effort d'intelligence à faire pour se plier à ce système, dont ils connaissent déjà les principaux détails. Il n'y a point ici d'objections sérieuses à faire, et les planteurs qui reculent devant des mesures de ce genre ont adopté un système inexcusable de parti pris contre lequel la raison n'a rien à faire.

D'autres esprits progressifs prétendent que l'on peut transporter aux colonies l'ensemble des méthodes usitées en Europe pour le traitement de la betterave sucrière, et toute la portion des instruments et appareils applicable à la canne. Il y aurait, dans ce cas, suppression facultative des rolls et emploi du hache-paille pour la division des tiges saccharifères, macération des cossettes fraîches ou desséchées, défécation par la chaux, filtration sur le noir, concentration, deuxième filtration, cuite dans le vide, cristallisation en formes, égouttage à l'étuve, etc. Les sirops d'égout seraient traités jusqu'à épuisement et leur cristallisation, opérée en bacs, serait suivie de l'égouttage à la turbine. Enfin, les opérations du raffinage pourraient se faire aussi bien qu'en Europe.

Nous devons avouer que ce plan, quoique très-rationnel et applicable dans plusieurs contrées, présenterait souvent de grandes difficultés, qui naîtraient surtout de la complication des procédés et de la peine que l'on éprouverait à y façonner les ouvriers. Les dépenses d'installation, fort considérables, doivent également être portées en ligne de compte. L'emploi du noir, inutile pour le vesou dans lequel on n'aurait introduit que la faible quantité de chaux nécessaire pour un bon enivrage, deviendrait indispensable dans le cas d'une défécation complète, et il surgirait souvent des obstacles presque insurmontables dans des pays où les arts mécaniques sont encore dans l'enfance.

Nous préférerions donc, toutes choses égales d'ailleurs, le mode de fabrication dont nous avons indiqué les bases (p. 425) et nous conseillons vivement aux planteurs d'y avoir recours, sans se lancer dans la voie des impossibilités. Le temps viendra où de telles modifications seront faciles, tandis qu'aujourd'hui elles nous semblent présenter trop de chances d'insuccès.

Des usines centrales. — Nous avons dit quelques mots (p. 435)

sur ce qu'on a décoré du nom prétentieux d'*usines centrales*, et nous allons chercher à compléter par une étude rapide l'idée générale que nous avons exprimée à ce sujet.

Si nous croyons qu'il est profondément injuste, de la part des planteurs, de rejeter leur mauvaise situation sur l'industrie indigène ; si nous pensons qu'ils devraient, avant tout, s'en prendre à leurs propres fautes de la plupart de leurs mécomptes, nous ne croyons pas moins contraire à l'équité la manie de spéculation qui porte à abuser de tout et de tout le monde.

Or, les usines centrales nous paraissent une exploitation dont la morale publique devrait se préoccuper autant, au moins, que des prêts usuraires. Faisons observer, d'abord, que nous ne critiquons ici aucune personnalité, mais que nous nous élevons de toute l'énergie de la conscience contre ce que nous regardons comme une iniquité révoltante.

Le raisonnement que l'on a pris pour point de départ doit exciter l'indignation de tous les esprits loyaux.

La canne renferme de 0,14 à 0,20 de sucre facile à extraire; admettons que le chiffre moyen de sa richesse saccharine soit de 17 pour 100 seulement, et nous aurons entre les mains les véritables éléments de la question, sans être forcé de recourir aux allégations passionnées des détracteurs ou des enthousiastes. Voici quelques chiffres sur la valeur d'une sucrerie installée sur les bords du Mississipi :

Dépenses d'établissement d'une sucrerie en Louisiane.

	Piastres.	Francs.
1° 600 toises de terre, faisant face au fleuve, sur une profondeur de 2,400 toises, ou, en superficie, 1,655 arpents, soit 565 hectares	60,000	325,800
2° Sucrerie, machine, moulins, accessoires	20,000	108,600
3° Bâtisse, installation	10,000	54,300
4° Personnel... { 55 nègres ... 45 négresses. 40 négrillons. } 140, à 500 piastres..	70,000	380,100
5° 60 chevaux et mulets à 70 piastres	4,200	22,806
6° 60 bœufs, de 15 à 20 piastres	1,000	5,430
7° Instruments aratoires, matériel de toute espèce	2,000	10,860
Totaux	167,200	807,896

Nous admettrons qu'un tel établissement *devrait* récolter 42,375,000 kilogrammes de cannes exploitables, si la récolte

ne se faisait qu'à la maturité complète ; mais le chiffre de 75,000 kilogrammes par hectare est trop considérable par diverses raisons. En supposant la récolte à un an, il faut tenir compte des terres laissées en repos pour une cause ou pour une autre, des portions cultivées en plantes alimentaires, de la diminution du produit, etc., et nous regarderons la récolte comme égale seulement à 16,000 kilogrammes par hectare, en moyenne annuelle, ce qui donnerait un chiffre total de 9,040,000 kilogrammes.

Cette quantité, calculée sur le rendement de 5 pour 100, devrait produire 452,000 kilogrammes de sucre ; elle coûterait la rente de 807,896 francs d'une part, et, de plus, les frais de réparation et d'entretien de l'usine, ceux de nourriture et d'entretien des travailleurs, la nourriture du bétail ; enfin, les frais généraux de toute espèce devraient être ajoutés au prix de revient.

Une telle usine, transformée en usine centrale, pourrait aisément travailler le triple de cannes ; elle ne présenterait pas l'embarras de la culture, la nécessité de consacrer un capital considérable à l'achat des terres, des travailleurs et du bétail ; d'un autre côté, les planteurs-cultivateurs, propriétaires ou tenanciers du sol, n'auraient plus à faire la dépense d'une installation industrielle ; leur personnel, leur instrumentation et leurs risques seraient considérablement réduits ; de là il résulte un avantage notable pour les uns et pour les autres.

Cela serait exact de tout point si le planteur participait aux bénéfices de l'usine ; mais, dans les conditions où ces sortes d'affaires se sont organisées, il ne peut venir à l'esprit d'aucun planteur sérieux de se laisser séduire par un piége aussi grossier.

Reprenons, en effet, la démonstration par les chiffres, afin de convaincre les plus incrédules.

Prix de revient approximatif du sucre colonial, dans une usine ordinaire.

1° Rente du capital........................	40,394 fr. 80 c.
2° Frais généraux et dépenses annuelles.....	90,400 »
	130,794 fr. 80 c.
Produits : Sucre, 452,000 kilogrammes ; mélasse et rhum, 16,200 francs (valeur à déduire)................................	16,200 »
Total............	114,594 fr. 80 c.

Les 452,000 kilogrammes de sucre coûtant 114,595 francs en chiffres ronds, le prix de revient des 100 kilogrammes se trouve porté, dans ces circonstances, à 25 fr. 35 c. environ.

Si nous recherchons maintenant quels seront les avantages réels apportés au planteur par les usines centrales, nous verrons que son capital doit être diminué de la valeur de la sucrerie, des machines, etc., d'une partie des bâtisses, de la moitié de son personnel, ainsi que du tiers de son bétail. Ses frais annuels sont diminués de la moitié, à très-peu de chose près, et comme l'usine lui donne en sucre 5 pour 100 du poids de ses cannes, son compte de revient repose sur les éléments suivants, calculés sur la sucrerie dont nous avons évalué les dépenses de premier établissement.

1° Valeur des 565 hectares de terre	325,300 fr.	» c.
2° Moitié des bâtisses et constructions	27,150	
3° Moitié du personnel travailleur	190,050	
4° 40 chevaux et mulets	15,204	
5° 40 bœufs	3,620	
6° Instruments aratoires, matériel agricole	8,000	
Total	569,324 fr.	
1° L'intérêt de ce capital s'élève à	28,466	20
2° Frais annuels, frais généraux, etc	45,200	»
	73,666 fr.	20 c.

En échange de ce chiffre de frais, le planteur-cultivateur reçoit 5 pour 100 net en sucre, soit 452,000 kilogrammes qui lui reviennent, dans ce cas, à 16 fr. 30 c. environ les 100 kilogrammes. Son bénéfice est assez augmenté pour qu'il soit difficile de résister à la tentation, surtout s'il tient compte de la diminution de ses risques. Il reste cultivateur et cependant il continue à pouvoir vendre autant de sucre que lorsqu'il était, en outre, fabricant, et il n'a plus à supporter les ennuis de la fabrication.

Si nous examinons maintenant la situation d'une usine, dite *centrale*, destinée à élaborer les produits agricoles de trois plantations, soit 27,120,000 kilogrammes de cannes, nous pourrons porter les dépenses primitives à un chiffre d'environ 800,000 francs, tout compris. Ce chiffre n'a rien d'exagéré, et il peut cependant suffire à la création d'un établissement fondé sur les meilleurs systèmes suivis en Europe.

Les frais généraux et les frais annuels peuvent être évalués

à 120,000 francs au maximum, ce qui donne une somme de 160,000 francs, en y ajoutant l'intérêt du capital.

Moyennant ces frais, une usine bien montée peut retirer facilement 12k,5 de sucre par 100 kilogrammes de cannes fraîches, épuisées par une bonne méthode et par une suite d'opérations convenables. On obtiendrait ainsi 3,390,000 kilogrammes de sucre cristallisé, et la valeur de la mélasse *épuisée* ne serait plus portée qu'au chiffre moyen de 30,000 francs, en y comprenant celle du rhum obtenu. On aurait les éléments du compte suivant :

1° Intérêt du capital....................	40,000 fr.
2° Frais annuels et frais généraux.......	120,000
Total.......	160,000 fr.
A déduire : valeur de la mélasse.........	30,000
Reste.......	130,000 fr.

Du produit en sucre obtenu, il faut déduire la part qui revient aux trois plantations, soit 1,356,000 kilogrammes, et il reste à l'usine un produit net de 2,034,000 kilogrammes de sucre revenant seulement à 6 fr. 40 c. les 100 kilogrammes !

Or, si nous estimons la valeur vénale du sucre brut à 40 francs, déduction faite de tous frais, nous trouverons que, lorsque les planteurs font un bénéfice de 321,372 francs, l'usine peut encaisser 683,424 francs, c'est-à-dire plus du double. Il ne faut pas, sans doute, faire reposer des conséquences exagérées sur les chiffres qui précèdent, bien qu'ils soient basés sur les dépenses primitives d'une sucrerie établie par M. Avequin et dont les chiffres sont cités par M. Boussingault. Il convient encore de faire observer que, dans les pays où le travail est libre, la main-d'œuvre revient beaucoup plus cher ; mais, quelque objection que l'on puisse faire contre ces chiffres, considérés en eux-mêmes et intrinsèquement, on ne peut attaquer la proportionnalité qui existe entre le gain des planteurs et celui des usiniers. Cette relation est comme 3 est à 6, au plus, et, pour s'en convaincre, il suffit de s'assurer que les usines centrales peuvent extraire au moins 12 de sucre de 100 parties de cannes.

Admettons, pour point de départ, que la canne renferme 17 pour 100 de sucre en moyenne ; nous trouverons que, dans

les procédés ordinaires, on retire de 1,000 parties de cannes :

Sucre brut obtenu...........................	60 au plus.
Sucre laissé dans la bagasse......................	80 au moins.
Sucre engagé dans la mélasse ou transformé en sucre non prismatique....................	30 au moins.

Nous avons, sur ces bases, un élément facile d'appréciation. En effet, on peut épuiser la bagasse fraîche ou les cossettes de manière à retirer au moins 60/80 du sucre qu'on y laisse habituellement, et ce chiffre répond à 40 parties de sucre libre, extrait directement, en plus des résultats habituels, et 20 parties engagées ou transformées dans la mélasse.

Par un procédé convenable d'épuisement, on peut donc obtenir, directement et de premier jet, 100 de sucre pour 1,000 de cannes, et, en outre, de 65 à 70 de mélasse renfermant 50 parties de sucre engagé ou transformé ; sur ces 50 parties de sucre contenues dans la mélasse, l'analyse démontre qu'il en existe au moins 31,50 à l'état de sucre prismatique, que l'on pourrait extraire à peu près en totalité par la baryte, mais dont on peut retirer aisément les 2/3 au moins par des moyens beaucoup plus simples, c'est-à-dire en se contentant de traiter les sirops d'égout, jour par jour, par une cuite convenable suivie de la cristallisation en bacs. On peut même obtenir des sucres de troisième jet beaucoup plus facilement qu'en traitant les sirops d'égout de betterave, puisque la canne ne contient qu'une proportion insignifiante de sels, comparativement à notre racine saccharifère.

Une usine bien montée peut donc, par des procédés rationnels, obtenir de 1,000 kilogrammes de cannes :

Sucre de premier jet........................	100
Sucre de second et de troisième jets, 21 à 25, soit.	23

Ce qui conduit à 12,30 au moins pour 100, abstraction faite de la mélasse, et sans tenir compte des 20/170 laissés dans la bagasse, que l'on pourrait épuiser plus complétement, sans plus de peine, puisqu'il suffirait pour cela d'employer un bon procédé de macération méthodique analogue à celui que nous avons indiqué. Or, l'usine rendant 5 pour 100 au planteur, il lui reste 7,30 pour 100 qui ne lui coûtent qu'un prix insignifiant.

Nous ne critiquons aucune idée personnelle, dans ce temps où

le bénéfice est le seul mobile, mais nous avons le droit de nous mettre à la place des planteurs et d'étudier l'opération en elle-même, en tant qu'elle touche à l'intérêt des colonies.

En principe, l'idée des usines centrales est bonne ; elle est un rudiment de l'idée d'association, la seule forte et appelée à diriger l'avenir, pourvu qu'elle soit honnête.

Or, en application, les usines centrales sont mal comprises aujourd'hui sous tous les rapports ; elles constituent un étrange abus de la force au préjudice de la faiblesse, et l'on élève tous les jours des procès contre des faits moins coupables que ceux dont nous parlons. Il ne s'agit pas d'être devenu riche à millions pour que l'on ait le droit légal ou moral d'augmenter ces millions en pressurant autrui ; il ne faut pas croire que l'on est juste lorsque l'on profite d'une mauvaise situation pour accaparer une industrie aux dépens de ses vrais propriétaires.

Les usines centrales sont la ruine des planteurs.

On leur *donne* aujourd'hui cinq, ce qui n'est pas assez considérable... Dans dix ans, *peut-être,* ils devront s'estimer fort heureux si on leur *accorde trois!* Ils auront perdu l'habitude de leur industrie, transformé leurs établissements demi-manufacturiers, demi-agricoles, en exploitations culturales, et, comme on sera à la tête de la situation, ne leur fera-t-on pas des conditions inacceptables ? L'homme d'argent est toujours le même.

Les planteurs qui ont donné dans ce piége n'ont vu qu'une seule chose : ils allaient pouvoir *vendre autant* de sucre sans avoir la peine de le faire ! Ils n'ont pas compris, sauf quelques-uns peut-être, qu'ils remettent ainsi leur avenir entre les mains de ceux qui ont intérêt à leur perte. C'est une mine splendide que l'exploitation de la canne, et, dans quelques années, elle appartiendra aux plus *habiles.*

Quand les planteurs sauront réfléchir et mettre le pied sur l'égoïsme qui les dévore, ils comprendront la nécessité de s'entr'aider au lieu de servir de piédestal à certains spécialistes d'Europe, qui ne voient dans la misère des colonies qu'une occasion d'affaires, qu'une *spéculation à monter*. Nous le disons avec chagrin, parce que cela est triste, mais nous le disons franchement, parce que c'est notre devoir : les usines centrales actuelles sont une *exploitation habile,* dont le résultat sera d'enrichir quelques-uns en ruinant tous les autres... Qu'importe la souffrance d'autrui à ceux qui fondent de telles affaires?

Reprenons encore un instant les indications des chiffres.

Les trois planteurs qui ont fourni à l'usine centrale les 27 millions de kilogrammes de cannes indiqués dans notre raisonnement précédent auraient pu établir une usine spéciale pour le service commun de leurs plantations. Cette usine leur aurait coûté 800,000 francs... soit; le chiffre importe peu. Cette somme se serait trouvée couverte, au moins en grande partie, par la diminution de leur *capital dormant*, par la restriction de leurs frais, un personnel moindre, etc. ; ils auraient placé à la tête de cette usine *un homme à eux, largement rétribué,* qui leur aurait peut-être coûté 25,000 francs... soit encore ; malgré tout cela, ou plutôt par tout cela, leur bénéfice aurait été trois fois plus considérable.

Ils n'auraient pas plus de peine qu'avec les usines centrales; ils ne feraient que de la culture ; mais ils auraient leur usine à eux ; mais les bénéfices seraient à eux et non au premier venu, et tout ce résultat ne leur coûterait que la peine de vouloir s'entendre, puisque les dépenses de leur usine commune seraient fournies par les économies réalisées sur leurs établissements particuliers.

Cette voie d'association est la seule qui puisse sauvegarder les planteurs contre le nouveau danger qui les menace, et, quelle que soit la forme qu'ils adoptent, c'est par l'*association entre eux* qu'ils échapperont à de malheureuses éventualités. Du moment où les spéculateurs pénétreront chez eux, entreront de compte à demi dans leurs affaires, ils sont perdus sans ressource ; ils verront bientôt se substituer à eux ceux qu'ils ont accueillis comme des sauveurs, et il sera malheureusement trop tard pour adopter des moyens énergiques. Aujourd'hui qu'il en est temps encore, nous leur conseillons de se réunir pour la fabrication, de perfectionner leur industrie par des efforts communs, tout en restant isolés en tant que producteurs, mais de ne pas se livrer à la merci de leurs plus redoutables ennemis avec une imprudence aussi manifeste. Nous voudrions nous tromper, assurément, mais nous avons la conviction d'être dans la vérité et nous savons, en écrivant ces lignes, quels sont les calculs et les espérances que l'on fonde sur la crédulité des fabricants d'outre-mer.

SEPTIEME OBSERVATION.

DU GLYCOSE ET DE QUELQUES PLANTES FÉCULENTES.

Lorsque le glycose a été préparé par l'action de l'acide sulfurique, il peut retenir des proportions variables de sulfate de chaux, résultant de la neutralisation de l'acide par la chaux ou par le carbonate calcaire. Si l'acide chlorhydrique a été employé comme agent de saccharification, le produit neutralisé renferme du chlorure de calcium très-soluble qui ne nuit pas à la fermentation, mais dont on peut avoir besoin de rechercher la proportion. Dans tous les cas, et dans la saccharification par le malt, le produit retient une certaine proportion de dextrine.

On reconnaîtra aisément la proportion de sulfate de chaux par l'une ou l'autre des deux méthodes suivantes : 1° en versant dans la dissolution d'un poids donné de glycose une dissolution d'acétate de baryte, jusqu'à cessation de précipité : il se dépose du sulfate de baryte insoluble, que l'on recueille sur un filtre taré ; le filtre ainsi que ce qu'il contient est desséché à $+120^{\circ}$, et l'augmentation donne la proportion de sulfate de baryte, dont 10 grammes répondent à 6,571 de baryte et 3,429 d'acide sulfurique, représentant 5,8293 de sulfate de chaux anhydre ; 2° le sulfate de chaux est insoluble dans l'alcool ; le carbonate de soude en précipite la chaux à l'état de carbonate, en sorte que l'on peut également se servir de ces deux agents pour doser la chaux ; mais il est préférable d'employer la réaction barytique, qui est beaucoup plus prompte et plus sûre.

Le chlorure de calcium est décomposé par le nitrate d'argent ; il se forme de l'azotate de chaux soluble et du chlorure d'argent insoluble. Le précipité recueilli et séché répond à 2gr,36 de chlore par 10 grammes, et, par conséquent, à 3gr,691 de chlorure de calcium. On peut encore traiter la solution par le carbonate de soude pur ; il se forme du chlorure de sodium soluble et du carbonate de chaux insoluble.

Quant à la dextrine, il sera facile de la doser, si l'on sait qu'elle est insoluble dans l'alcool absolu, tandis que ce menstrue dissout 1/60 de glycose. On agira donc avec l'alcool absolu sur du glycose bien débarrassé du sulfate de chaux et desséché à + 100° ; le résidu insoluble donnera la proportion de la dextrine et de la matière gommeuse.

Un des faits les mieux constatés de la chimie pratique consiste dans la transformation de la fécule et de ses congénères en matière sucrée, bien qu'il n'ait pas encore été possible de diriger cette transformation ou de l'arrêter à telle ou telle phase, ce que les forces naturelles exécutent sans difficulté dans l'organisme végétal. Les éléments hydrocarbonés gommeux ou amylacés se changent, dans les plantes, en sucre de canne, $C^{12}H^{9}O^{9} + 2HO$, en sucre de fruits, $C^{12}H^{9}O^{9}+3HO$, en glycose, $C^{12}H^{9}O^{9}+5HO$, tantôt dans un ordre, tantôt dans un autre, sans que l'on ait pu saisir nettement les circonstances de ces transformations. Ces différents sucres retournent le plus souvent à l'état amylacé, à l'époque de la maturation des graines, et si l'on comprend à peu près le but de ce changement, on n'est pas plus avancé au sujet de la cause qui le produit. La diastase change la fécule en gomme et en sucre ; le gluten paraît agir de même ; mais quelles sont les circonstances dans lesquelles cette hydratation de la fécule s'arrête à tel ou tel point ? Nous ne possédons pas même d'hypothèses rationnelles sur cette question.

D'un autre côté, si les sucres peuvent retourner à l'état féculent, ils semblent également susceptibles d'être le point de départ de plusieurs autres substances fort différentes. Ainsi, le miel ou le sucre paraît se transformer en *cire* dans l'estomac des abeilles ; en effet, il résulte des observations d'Huber qu'après avoir nourri ces insectes pendant un certain temps avec ces substances, il recueillit une quantité considérable de cire. Il résulterait de ce fait que la cire pourrait être le résultat d'une véritable élaboration vitale aux dépens du sucre, et nous avons vu qu'une matière analogue se forme quelquefois dans certaines réactions sur le sucre.

Le gluten agit sur la fécule et sur le sucre, d'après des observations déjà anciennes, qui sont confirmées par les témoignages des modernes.

« Le *gluten* exerce sur la *fécule* une action remarquable, *dont*

on doit les détails à M. Kirchhoff. Si l'on verse 4 parties d'eau froide sur 1 partie de fécule de pommes de terre et qu'après avoir agité le mélange on ajoute 20 parties d'eau bouillante, on obtient un empois épais ; si l'on mêle à cet empois encore chaud 1 partie de *gluten* pulvérisé et qu'on l'expose, pendant huit ou dix heures, à la température de $+60^0$ ou $+70^0$, le mélange devient *acide* et *sucré ;* si, après l'avoir filtré, on le fait évaporer, on obtient un sirop *sucré*, en partie soluble dans l'alcool, et susceptible de donner de l'esprit-de-vin, quand on le mêle avec du levain acide ; la dissolution alcoolique de ce sirop fournit du *sucre*, sous forme de cristaux blancs très-petits, quand on la fait évaporer. Théodore de Saussure a prouvé depuis qu'il se produit encore, dans cette expérience, une matière gommeuse, et qu'en traitant par l'eau le résultat de cette action, on obtient un liquide dans lequel la décoction de noix de galle fait naître un précipité abondant de matière glutineuse : ce caractère, joint à celui qui se tire de la présence de l'acide qui se développe lorsque l'on fait agir le gluten sur l'empois, ne permet pas de confondre cette altération avec celle qui a lieu lorsque l'empois est abandonné à lui-même. *Tout porte à croire* que les résultats obtenus avec le gluten et la fécule dépendent de la réaction qu'exerce sur celle-ci la petite quantité de *diastase* que retient toujours le gluten, et dont il est difficile de le débarrasser [1]. » (ORFILA.)

« Lorsqu'on fait dissoudre 4 grammes de *sucre candi* dans 80 grammes d'eau bouillie sur du gluten et filtrée, on voit, en abandonnant le mélange à lui-même, qu'il se dégage un gaz composé de 2 volumes d'hydrogène et de moins de 1 volume d'acide carbonique, et qu'il se forme de la *gomme* aux dépens d'une *portion du sucre* qui se décompose ; on peut s'assurer que la quantité de gomme formée est plus considérable que celle du sucre décomposé, ce qui annonce que le sucre a fixé une

[1] M. Orfila ne nous paraît pas avoir vérifié l'objet de son assertion, car le gluten, parfaitement lavé et provenant de graines non germées, produit les résultats trouvés par Kirchhoff et observés également par Th. Saussure. *Tout porte à croire* que la diastase n'est qu'un produit dérivé du gluten ou de la matière azotée organisée que l'on rencontre dans la plante, et sur laquelle la germination exerce une action spéciale ; mais le produit primitif, le gluten lui-même, agit sur la fécule avec assez d'énergie pour que cette action ne soit pas contestable par des hommes habitués à l'expérimentation.

certaine proportion des éléments de l'eau, qui se trouvent ainsi absorbés. » (DESFOSSES.)

On rencontre aujourd'hui quelques personnes qui affirment que la présence du gluten est opposée à une bonne saccharification, et qui bâtissent des systèmes sur cette affirmation... Aucune expérience rigoureuse ne justifiant une telle opinion, nous nous contenterons d'attendre qu'elle soit justifiée, et, d'ici là, nous conseillons à nos lecteurs de se méfier de semblables théories, qui ont presque toujours pour mobile un intérêt personnel plus ou moins habilement dissimulé.

De quelques plantes féculentes. — On sait que la transformation en glycose, par les procédés connus et décrits dans les livres de chimie ou tombés dans le domaine public, appartient à tout le monde, sans que certains industriels aient le droit d'accaparer telle ou telle substance. Les *fécules*, l'*inuline*, la *lichénine*, les *gommes* appartiennent au groupe des matières saccharifiables par l'industrie, sans que des brevets puissent entraver les opérations manufacturières reposant sur des procédés connus.

Nous indiquons ici les plantes dans lesquelles on trouve l'un ou l'autre de ces principes transformables en proportion suffisante.

Lichen islandicus	Sucre incristallisable	3,6
	Gomme	3,7
	Lichénine	44,6
Lichen ciliaris	Gomme	46
	Lichénine	9
Equisetum arvense (bulbes)	Sucre incristallisable	?
	Fécule	18,3
Arum maculatum (racine *sèche*)	Sucre incristallisable	4,4
	Gomme	5,6
	Bassorine	18
	Fécule	60
Dioscorea sativa (racine fraîche)	Sucre incristallisable	0,26
	Fécule	22,66
Colchicum autumnale	Gomme	?
	Fécule	?
	Inuline	?
Rheum palmatum	Gomme	31
Inula helenium (racine)	Gomme	4,5
	Inuline	36,7

Rubia tinctorium (racine)........	Sucre................	?
	Fécule...............	?
Angelica archangelica (racine)...	Gomme.............	33,5
	Inuline.............	4
Althæa officinalis (racine)......	Gomme.............	?
	Fécule...............	?
Ribes grossularia (baies vertes)..	Sucre................	?
	Gomme.............	?
	Bassorine...........	?
Phaseolus vulgaris (graines).....	Gomme.............	18
	Fécule...............	35,94
Lathyrus tuberosus (tubercules frais.)......................	Sucre prismatique.....	6
	Fécule...............	16,8
Pisum sativum (graines mûres)..	Sucre incristallisable...	2,11
	Gomme.............	6,37
	Fécule...............	32,45
Pisum sativum (péricarpe vert)..	Sucre incristallisable..	5
	Fécule...............	2,34
Vicia faba (graines)............	Gomme.............	4,61
	Fécule...............	34,17
Ervum lens (graines)...........	Gomme.............	5,99
	Fécule...............	32,81
Bryona alba (racine)..........	Gomme.............	(abond.)
	Fécule...............	12 à 15
Juniperus communis (baies).....	Sucre incristallisable..	30

Tout le monde sait que l'on rencontre abondamment les *gommes* et les mucilages hydrocarbonés saccharifiables dans les *orchidées*, les *algues*, les *nymphœas*, les graines oléagineuses, comme celles du *lin*, les racines des *malvacées*, etc. La *fécule* se trouve dans toutes les semences des plantes cotylédonées, et principalement dans celles des graminées. On en rencontre dans la châtaigne, le marron, le marron d'Inde, le gland de chêne et beaucoup d'autres graines; elle existe dans toutes les racines tuberculeuses, et notamment dans celles de la pomme de terre, de la noix de terre, des patates ou batates, et de beaucoup d'autres plantes.

Tous les lichens et plusieurs mousses fournissent de la *lichénine* transformable; l'*inuline* est très-abondante dans les racines d'aunée, de colchique, d'angélique, de dahlia, de topinambour. La présence de ces divers principes dans les plantes qui les renferment a été constatée depuis fort longtemps par de nombreux observateurs, et tout industriel a le droit strict d'u-

tiliser les données de la science par des procédés connus ou appartenant au domaine public.

Les observations qui précèdent ont pour but de prémunir les fabricants de sucre de fécule contre les prétentions exagérées de certains inventeurs dont les découvertes sont connues depuis de longues années et décrites tout au long dans un grand nombre d'ouvrages. Qu'une méthode de traitement soit nouvelle, qu'un mode d'opération soit réellement inventé, nous ne le contestons nullement, mais il n'est au pouvoir de personne de faire que la saccharification des principes hydrocarbonés ne soit pas un fait connu et décrit, et l'on ne peut accaparer ce fait en lui-même, pas plus que les procédés chimiques décrits et les méthodes connues pour arriver à l'exécuter.

HUITIÈME OBSERVATION.

SUR L'ÉTABLISSEMENT D'UNE FABRIQUE DE SUCRE.

Un des plus grands travers de notre époque industrielle et l'un des obstacles les plus sérieux au développement du progrès consistent dans une étrange manie qui s'est emparée de la plupart des manufacturiers. On veut faire *en grand*, à grands frais ; on veut de grands et beaux établissements, qui puissent exciter l'envie des voisins et l'admiration des visiteurs ; enfin, on veut briller et paraître avant tout. Rien de plus splendide, en effet, que ces immenses établissements, où se meut une armée d'ouvriers, où travaillent des machines nombreuses, et dont la production journalière atteint des proportions fabuleuses. On produit beaucoup, on peut vendre beaucoup et gagner beaucoup.

Ce raisonnement n'est que spécieux, au moins ne voyons-nous rien de sérieux qui le justifie. En sucrerie principalement, comme en alcoolisation, il est radicalement faux, et il conduit plus souvent à la ruine qu'à la fortune.

C'est le plus souvent la commandite qui fournit les capitaux immenses nécessaires à ces vastes entreprises ; or, la commandite retire d'abord l'intérêt de son argent, puis une large part dans les bénéfices de l'opération... S'il survient une catastrophe, et ce n'est pas chose rare aujourd'hui, la commandite est encore là, pour achever la ruine commencée, et la faillite se dresse devant le fabricant.

Plus on augmente les frais et dépenses de premier établissement, plus on élève le prix de revient des produits, à chiffre égal de production. Or, le luxe des bâtiments et des constructions, la coordination peu intelligente des méthodes et des appareils conduisent à des résultats effrayants, dont nous avons été plusieurs fois témoin. Nous pourrions citer à cet égard des exemples nombreux de catastrophes survenues dans l'in-

dustrie de l'alcoolisation et en sucrerie, lesquelles ne reconnaissaient évidemment aucune autre cause. Nous avons été visiter une grande distillerie vers la fin de 1860 ; cet établissement, fermé par la faillite, avait coûté plus de 600,000 francs, et cependant, l'estimation faite par des hommes compétents, avant la vente, ne s'éleva pas au sixième de ce chiffre. Un des meilleurs constructeurs de Paris affirmait qu'il pouvait s'engager à établir une usine aussi complète, destinée aux mêmes usages, moyennant 125,000 francs, pourvu qu'on lui fournît les bâtiments.

Nous avons vu des choses pareilles en sucrerie.

L'établissement d'une fabrique de sucre paraît être fort compliqué, au premier aperçu, tandis qu'il n'en est rien et que, dans la réalité, la fabrication sucrière ne comporte que peu d'éléments. Voici quelques détails sur ceux qui sont indispensables.

1° *Division des matières sacchariferes et extraction des jus.* — On a à opter ici entre les systèmes que nous avons indiqués : dans la méthode actuellement suivie, la rasion s'opère par des râpes puissantes ; nous préférerions la division par le coupe-racines suivie de la macération. Dans le système des râpes, le matériel se compose de ces instruments, de sacs et accessoires et d'une ou plusieurs presses hydrauliques, selon la quantité de matière à traiter. Dans la méthode de macération, des coupe-racines, des cuviers macérateurs, au nombre de dix, et une presse continue à cylindres peuvent remplacer avec avantage le matériel coûteux des râpes et des presses. Dans les deux cas, des pompes ou un monte-jus envoient le liquide à la défécation, lorsque les avantages du terrain ne permettent pas de profiter des pentes naturelles.

2° *Défécation.* — Il faut, en moyenne, quarante minutes pour une bonne défécation. Il s'ensuit qu'une chaudière peut faire trente-six opérations dans les vingt-quatre heures, et que deux chaudières de 16 à 17 hectolitres, marquant 15 hectolitres à la ligne d'empli, peuvent largement suffire au traitement journalier de 80,000 kilogrammes de racines, pourvu qu'on en ait une troisième pour le cas de réparations ou d'accidents. Un débourbeur ou un filtre Taylor pour le traitement des écumes, une presse à vis ou à choc, quelques baquets à chaux et quelques tamis avec des instruments accessoires de peu de

valeur, complètent le matériel de la salle de défécation [1].

3° *Filtration.* — Deux ou trois caisses à débourber suffiraient à cette opération dans un grand nombre de circonstances. On est habitué à faire passer les jus, au sortir du débourbage, dans d'immenses filtres Dumont, remplis de noir en grains, neuf, révivifié ou en mélange : nous reprochons à ces appareils leur inutilité réelle, leur prix élevé, et nous regardons l'emploi du noir en grains comme une superfétation en sucrerie. Il serait bien plus économique et plus avantageux de saturer complétement la chaux de défécation et de se borner à une filtration simple avant l'évaporation.

4° *Concentration.* — Les chaudières à évaporer sont ordinairement chauffées par des serpentins en hélice ; ces appareils font une besogne rapide, mais nous croyons à la possibilité de les remplacer par un mode plus avantageux, qui reposerait sur un développement considérable de la surface de chauffe et une extrême division de la nappe liquide à concentrer. On peut également supprimer les chaudières ordinaires à évaporer, dans les fabriques où l'on emploie certaines chaudières à cuire à basse température. Les serpentins de ces chaudières peuvent alors servir à la condensation, qui est achevée dans l'appareil, après une seconde filtration.

Nous voudrions voir modifier la marche que l'on suit dans cette partie de la fabrication, et qui ne nous paraît pas rationnelle en ce sens que les jus faibles ou concentrés étant soumis à la même température, sous l'action de la vapeur surchauffée, il en résulte une coloration des sirops qui est due surtout à l'action du calorique sur les liquides plus concentrés. Ne pourrait-on diminuer la température et la pression à mesure que la concentration s'opère? Dans tous les cas, la concentration s'opère dans des chaudières spéciales ou sur les serpentins de l'appareil à cuire.

5° *Deuxième filtration.* — Les sirops à 25° ou 27° Baumé ont besoin, le plus souvent, de subir une filtration mécanique qui les débarrasse des sels métalliques suspendus et devenus

[1] Dans le cas où l'on saturerait la chaux par l'acide carbonique, on est entraîné à l'établissement d'un appareil de production que nous avons décrit, et, de plus, les jus, traités par la chaux, doivent passer dans les chaudières de saturation pour recevoir l'action du gaz avant le débourbage.

insolubles par l'action de la condensation. Cette filtration peut s'opérer dans un débourbeur ou dans un des filtres ordinaires et elle n'a pas besoin d'appareils spéciaux.

6° *Cuite.* — On peut faire cette opération dans une chaudière à évaporer ordinaire ou dans un appareil à cuire dans le vide. Le choix sera justifié par l'importance de l'usine.

7° *Cristallisation.* — Cette opération exige une chaudière à refroidir ou à réchauffer, si l'on cristallise en formes. Il faut alors un nombre suffisant de ces derniers vases. En cuisant un peu moins serré et dans des chaudières ordinaires, on peut se passer de formes et faire la cristallisation en bacs. Dans le cas où l'on se sert de l'appareil à basse pression, on peut également envoyer le sirop dans des bacs à cristalliser aussitôt qu'ils sortent du réchauffoir. Ce mode de cristallisation, supprimant les formes en fabrication, devrait être adopté par tous les fabricants raffineurs, leurs produits passant à la refonte à la sortie de la turbine.

8° *Etuvage.* — Dans la cristallisation en formes, il faut que l'empli soit à la température de + 30° à + 35° ; de là la nécessité d'un appareil de chauffage quelconque; les sucres finissent leur purge à l'étuve.

9° *Produits secondaires.* — Nous supprimerions les citernes et les réservoirs d'attente, parce que nous voudrions voir traiter les sirops d'égout jour par jour, en sorte que jamais on n'aurait en citerne que les mélasses épuisées, qui pourraient être expédiées à la distillation au fur et à mesure.

10° *Turbinage.* — Les premiers, seconds et troisièmes produits, cristallisant dans des séries de bacs différentes, devraient être égouttés à la turbine. Outre cet appareil, qu'il convient d'avoir en double, il faut un ou deux concasseurs à cylindres pour écraser les cristaux agglomérés, un monte-jus au moins pour renvoyer les sirops à la cuite et divers ustensiles de moindre importance.

11. *Chauffage.* — Il n'est guère nécessaire de parler du mode de chauffage à feu nu : il sera toujours économique et avantageux d'employer la vapeur pour toutes les opérations de la sucrerie et aussi bien comme moteur que comme agent de chauffage ; nous ne faisons même pas d'exceptions pour les sucreries agricoles, sauf dans des cas extrêmement restreints.

Si l'on ajoute aux données qui précèdent l'ensemble des

instruments d'usage, tels que charrettes, brouettes, pelles, vases à puiser et à verser les sirops, seaux, baquets, pèse-sirops, sacs, etc., on aura une idée générale de l'instrumentation d'une sucrerie ; nous la récapitulons succinctement dans le résumé suivant, en supposant la plus mauvaise des conditions, savoir : un établissement de plain-pied, qui exige le plus de dépenses.

Hangar d'arrivée. — Cette pièce renfermera le laveur d'un côté, et, de l'autre, le plan incliné de sortie de la pulpe ou des cossettes ; pelles en bois, fourches, balais, etc. (Rez-de-chaussée.)

Râpes et pressoir. — Une ou deux râpes, vers lesquelles descendent les racines lavées par un plan incliné ; caisses à pulpe, pelles en bois, sacs ou toiles à pression, cadres métalliques percés ou autres, presses, plusieurs robinets à eau, dont un pour les râpes, seaux et baquets. Le sol est couvert d'une sorte de treillage en bois ; monte-jus ou pompe. (Rez-de-chaussée.)

Dans le cas de macération, les coupe-racines sont à la place des râpes ; caisses à cossettes, pelles en bois, cuviers de macération, cuves récipients, pompes à jus, à eau chaude et à eau froide, presse continue à cylindres pour l'épuisement des cossettes ; monte-jus.

Lavage. — Cuviers et baquets, chaudière à serpentin pour chauffer l'eau, robinets à eau froide, pour le lavage des sacs, des torchons et de la plupart des menus ustensiles. (Rez-de-chaussée.)

Défécation. — Un baquet pour la chaux éteinte, un autre pour le lait de chaux tamisé, plusieurs tamis ; chaudières à déféquer, filtre Taylor ou autre, presse à choc ; seaux, écumoires, mouverons, râbles, thermomètres, pèse-sirops, papier réactif, éponges, torchons ; robinets à eau.

Saturation. — Chaudières à saturer, recevant le jus de la défécation, mouverons et râbles, seaux et baquets, éponges et torchons, robinets à eau ; pèse-sirops et thermomètres.

Débourbage. — Caisses à débourber ou filtres séparateurs, mouverons et râbles, seaux et baquets, robinet à eau, thermomètre, pèse-sirops ; toiles à débourber ou sacs, etc ; éponges et torchons.

Filtration. — Filtres Dumont ou autres, seaux et baquets,

puisoirs de formes diverses, thermomètre, pèse-sirops, torchons et toiles ; robinet à eau ; verres à précipiter pour vérifier les jus.

Les locaux où se font les opérations précédentes, depuis et y compris la défécation, doivent se commander, de façon que, dans tous les cas, les pompes et monte-jus soient au rez-de-chaussée ; cette disposition est la plus commode.

Concentration. — Chaudières à concentrer ; thermomètre, pèse-sirops, beurre ou corps gras quelconque, écumoires et mouverons, seaux et baquets, toiles et torchons. (Premier étage.)

Les produits filtrés, de densités diverses, sont reçus dans deux bacs, répondant à la densité ordinaire des jus et aux sirops de seconde filtration ; ils communiquent à des pompes ou monte-jus, qui reportent les liqueurs à la concentration ou à la cuite.

Cuite. — Appareils à serpentins ou autrement, à l'air libre ou dans le vide ; thermomètre, pèse-sirops, éprouvettes, beurre ou autre corps gras ; quelques seaux, éponges et torchons.

Cristallisation. — Chaudières à refroidir ou à réchauffer, dans l'empli ; thermomètre, pèse-sirops ; formes, pots ou planchers-lits-de-pains, puisoirs, becs-de-corbin, mouverons, couteaux à mouver, etc. ; seaux et baquets, torchons, éponges ; éprouvettes.

Dans le cas de cristallisation en bacs : quatre séries de cristallisoirs en tôle ; seaux et baquets à deux anses, puisoirs, becs-de-corbin, thermomètre, mouverons ; toiles, éponges et torchons.

Turbinage. — Cylindres concasseurs, turbines, accroche-sacs, palan, éponges et torchons, robinets à eau chaude ou froide, bacs à clairce.

Etuves. — Planchers-lits-de-pains ou pots, appareils de chauffage. A la suite du turbinage et au-dessous, des bacs pour les sirops et un monte-jus pour renvoyer à la cuite.

Grenier. — Balances-bascules auprès des cylindres concasseurs ; accessoires pour le plombage, etc. Mise en magasin.

Vapeur. — Générateurs, machine, instruments, accessoires pour le chauffage ; tuyaux ; conduites et robinets.

Four à révivifier. — *Charbon de terre, d'os, de bois,* sous un

hangar, dans la cour. — Il doit également se trouver sous un hangar la quantité de racines nécessaire à l'approvisionnement d'une semaine au moins.

On comprendra facilement les modifications à faire exécuter dans l'ensemble de la fabrication exotique, et il est aisé d'approprier ces idées générales aux dispositions particulières d'une localité ou d'un plan donné. Pour peu que l'on ait bien présentes à l'esprit les bases principales ou accessoires de la fabrication, on ne sera jamais arrêté dans l'exécution par des questions de détail. Mais nous ne pouvons trop recommander aux fabricants de sucre de ne pas prendre les apparences pour la réalité, de ne pas se laisser entraîner au luxe des bâtisses, à des dépenses exorbitantes de toute nature et à savoir résister, à cet égard, à toutes les influences. Pour que des dépenses considérables de premier entretien soient justifiables, il faut absolument que l'on soit placé dans des conditions spéciales. Il importe que l'on soit assuré d'une quantité suffisante de matière première susceptible d'un traitement avantageux, et que l'on soit à l'abri de la plupart des éventualités. Or, une telle situation nous semble bien difficile, sinon impossible à établir sur des bases durables, et si une petite fabrique, modestement montée dans un local peu coûteux, possédant le nécessaire, mais non le superflu, en bons et solides appareils plutôt qu'en machines brillantes, ruineuses et difficiles à conduire, si cette fabrique ne peut apporter un résultat colossal comme certaines opérations en ont *promis*, elle *réalisera* du moins en toute sécurité des résultats satisfaisants, sans exposer jamais à des conséquences désastreuses.

De la localisation de l'industrie sucrière dans les départements du nord de la France. — On constate, avec un certain étonnement, que la fabrication indigène du sucre de betterave, en France, s'est localisée dans les départements du Nord, et que cette industrie, si puissante et si vivace, n'a pas réussi à s'implanter dans le Midi. Cette observation a conduit plusieurs personnes à rechercher les causes de cet état de choses, et l'on a invoqué, à ce sujet, toutes sortes de bonnes et de mauvaises raisons.

Les départements méridionaux seraient moins propres à la culture de la betterave ; on y redouterait la sécheresse, les dégénérescences, etc. Il serait impossible de reproduire, même

sommairement, tout ce qui a été dit sur ce thème, et nous nous contenterons d'exposer notre opinion personnelle sans chercher à donner à cette question plus d'importance qu'elle n'en mérite.

Lors de la création de l'industrie sucrière, les premiers efforts heureux à l'égard de la betterave furent tentés dans le Nord, dont la méthode culturale était déjà fort avancée relativement à celle du reste de la France. Les expérimentateurs du Midi s'occupaient de l'extraction du sucre de raisin qui semblait devoir mieux convenir à leur situation géographique, et, après quelques années, la fabrication indigène était établie dans les provinces du Nord et basée sur des améliorations agricoles incontestables. Elle y était passée à l'état de fait accompli, tandis que l'industrie passagère, créée dans le Midi par l'exploitation momentanée du sucre de raisin, disparaissait entièrement à l'époque de la Restauration. Il aurait fallu tenter de nouveaux efforts, incompatibles avec l'humeur et les habitudes des habitants du Midi, et les entraves suscitées à la sucrerie indigène par une politique rétrograde n'étaient pas de nature à encourager de nouvelles tentatives.

Le caractère instable des méridionaux, opposé à celui que l'on observe chez les habitants du Nord, l'aptitude moindre au travail en général et au travail des fabriques en particulier, plus d'apathie et de mollesse dans les mœurs, sont les raisons capitales de l'insuccès de la sucrerie indigène dans les pays situés au delà de la Loire. La distillation des betteraves n'a pu elle-même y pénétrer, malgré la bonne volonté spéculative de plusieurs personnes, qui n'en ont guère éprouvé que des déboires et des déceptions, et l'on peut dire, sans exagération, que les industries dont la pratique laborieuse exige un travail pénible, nocturne souvent, n'offrent que peu de chances dans le Midi. Les exceptions y sont très-peu nombreuses.

Ces départements ont d'ailleurs des branches particulières d'industrie attachées à leur position, telles que la préparation des vins et des eaux-de-vie de table, la sériciculture, la fabrication des huiles, etc., et l'on sait quelle est la difficulté que l'on rencontre partout à modifier des habitudes invétérées.

Quant à la qualité de la betterave dans le Midi et aux difficultés de sa culture, les raisons apportées sont diamétralement opposées à l'observation des faits. Nous avons analysé sou-

vent des racines de provenance méridionale, et jamais nous n'avons constaté une aussi forte proportion de matière saccharine. On sait que la grosseur de la betterave est loin d'être un avantage, et nous croyons que cette racine offrirait dans le Midi les qualités les plus précieuses pour la fabrication, lorsqu'on sera parvenu à y fonder quelques établissements sur des bases durables. Il importe, à ce sujet, de se souvenir qu'un insuccès, dans ces contrées, suffirait à décourager tous ceux qui en seraient les témoins, et qu'une telle circonstance arrêterait toutes les tentatives pendant de nombreuses années.

NOTES JUSTIFICATIVES.

NOTE A.

VALEURS NUMÉRIQUES DES DÉRIVÉS DU SUCRE, ET PERTES PROPORTIONNELLES QU'ILS REPRÉSENTENT.

Il peut être utile au fabricant de se rendre compte de la perte en sucre cristallisable et en sucre incristallisable que représentent les divers corps dérivés du sucre, qui ont pu se former pendant ses opérations : nous réunissons dans cette note les principaux éléments qui peuvent le guider.

Remarque générale. — Le procédé le plus simple que l'on puisse employer pour apprécier la perte que l'on a pu faire consiste évidemment à soumettre les jus ou sirops altérés aux épreuves de la saccharimétrie; mais cela n'est pas toujours aussi facile à exécuter qu'on le voudrait bien, soit par l'absence des moyens d'action, soit pour tout autre motif. Il importe donc de pouvoir varier les procédés à suivre, selon les cas et les ressources dont on dispose.

A. *Caramel.* — Le caramel a pour formule $C^{12}H^9O^9$; sa valeur est conforme aux chiffres suivants :

$$\left.\begin{array}{l} C^{12} = 75 \times 12 = 900 \\ H^9 = 12{,}5 \times 9 = 112{,}5 \\ O^9 = 100 \times 9 = 900 \end{array}\right\} = 1912{,}50$$

Or, le sucre prismatique a une valeur équivalente de 2137,5; le chiffre du sucre de fruits est de 2250, et celui du glycose de 2475... Nous aurons donc la valeur de la perte représentée par 1 gramme de caramel en sucre prismatique, sucre de fruits et glycose, par la solution des relations :

$$1912{,}5 : 2137{,}5 :: 1 : x = 1{,}1176 \text{ sucre prismatique.}$$
$$1912{,}5 : 2250 :: 1 : x = 1{,}1764 \text{ sucre de fruits.}$$
$$1912{,}5 : 2475 :: 1 : x = 1{,}2941 \text{ glycose.}$$

B. *Sucre de fruits et glycose.* — Le sucre de fruits et le sucre liquide ou incristallisable offrent la formule $C^{12}H^9O^9+3HO$; leur valeur est donc représentée par les chiffres :

$$\left.\begin{array}{l} C^{12} = 75 \times 12 = 900 \\ H^9 = 12{,}5 \times 9 = 112{,}5 \\ O^9 = 100 \times 9 = 900 \\ 3HO = 112{,}5 \times 3 = 337{,}5 \end{array}\right\} = 2250.$$

L'équivalent du sucre prismatique étant 2137,5, et celui du glycose 2475, on obtient la valeur de 1 de sucre de fruits en sucre prismatique et en glycose par les proportions :

2250 : 2137,5 :: 1 : x = 0,95 sucre prismatique.
2250 : 2475 :: 1 : x = 1,10 glycose.

De son côté, le glycose ayant pour formule $C^{12}H^9O^9+5HO$ et pour équivalent 2475, on saura quelle est la perte en sucre prismatique à laquelle répond 1 gramme de glycose par la relation :

2475 : 2137,5 :: 1 : x = 0,8636 sucre prismatique.

1 gramme de glycose répond à 0gr,90909 de sucre de fruits.

C. *Alcool.* — La formule de l'alcool est C^4H^4+2HO ; elle donne lieu aux valeurs suivantes :

$$\left.\begin{array}{l} C^4 = 75, \times 4 = 300 \\ H^4 = 12,5 \times 4 = 50 \\ 2HO = 112,5 \times 2 = 225 \end{array}\right\} = 575.$$

La production de 1 partie d'alcool anhydre en poids correspondra donc à une quantité proportionnelle de sucre prismatique, de sucre incristallisable ou de glycose qu'il sera facile d'apprécier si l'on sait que 1 équivalent de sucre de fruits $C^{12}H^9O^9+3HO$ produit 2 équivalents, ou 1150 d'alcool. On aura, en effet, production de 1150 d'alcool par équivalent d'un sucre quelconque, soit que ce sucre se dédouble exactement en alcool et acide carbonique, soit qu'il s'hydrate préalablement comme le sucre prismatique, ou qu'il contienne un excès d'eau, comme le glycose. On aura donc les proportions :

1150 : 2137,5 :: 1 : x = 1,85869 sucre prismatique.
1150 : 2250 :: 1 : x = 1,95652 sucre de fruits.
1150 : 2475 :: 1 : x = 2,15217 glycose.

D. *Acide carbonique.* — Ce corps a pour formule CO^2 ; il répond aux valeurs :

$$\left.\begin{array}{l} C = 75 \times 1 = 75 \\ O^2 = 100 \times 2 = 200 \end{array}\right\} = 275.$$

Or, 2250 de sucre de fruits $C^{12}H^9O^9+3HO$ fournissant 2 équivalents d'alcool, $2(C^4H^4+2HO) = 1150$, donnent 4 équivalents d'acide carbonique, $4CO^2=275\times4=1100$. On aura donc les relations :

1100 : 2137,5 :: 1 : x = 1,94318 sucre prismatique.
1100 : 2250 :: 1 : x = 2,04545 sucre de fruits.
1100 : 2475 :: 1 : x = 2,25 glycose.

Ces rapports sont exacts lorsque la production de l'acide carbonique est due à la fermentation alcoolique, ce qui est le cas à peu près constant. Si l'alcool ne se produit pas en même temps, il devient très-difficile de déterminer à quelle perte en sucre répond l'unité de poids d'acide carbonique.

E. *Acide acétique.* — On ne peut guère admettre l'acétification par voie

humide que comme une des phases de la fermentation alcoolique. Or, l'acide acétique, ayant pour formule $C^4H^3O^3+HO$, répond aux valeurs :

$$\left.\begin{array}{l} C^4 = 75 \times 4 = 300 \\ H^3 = 12,5 \times 3 = 37,5 \\ O^3 = 100 \times 3 = 300 \\ HO = 112,5 \times \quad = 112,5 \end{array}\right\} = 750.$$

On doit en conclure que, 1 équivalent d'alcool égalant 575 et donnant lieu à la formation de 1 équivalent d'acide acétique, soit 750, les 2 équivalents d'alcool produits par 1 équivalent de sucre répondront à 2 équivalents de ce même acide acétique, ou 1500 en poids. On aura donc les proportions :

$1500 : 2137,5 :: 1 : x = 1,425$ sucre prismatique.
$1500 : 2250 :: 1 : x = 1,50$ sucre de fruits.
$1500 : 2475 :: 1 : x = 1,65$ glycose.

En sorte que, dans un grand nombre de circonstances, il suffira d'apprécier la proportion d'acide acétique existant dans une liqueur sucrée pour connaître la quantité du sucre détruit.

F. *Mannite.* — Cette substance singulière a pour formule $C^6H^7O^6$, et sa valeur répond aux chiffres :

$$\left.\begin{array}{l} C^6 = 75 \times 6 = 450 \\ H^7 = 12,5 \times 7 = 87,5 \\ O^6 = 100 \times 6 = 600 \end{array}\right\} = 1137,5.$$

D'après les observations les plus concluantes, cette formule devrait être doublée et l'on devrait écrire le symbole de la mannite $C^{12}H^{14}O^{12}$ (ou mieux $C^{12}H^9O^9+3HO+H^2$, pour se rendre compte des valeurs) ; cette matière serait, dans ce cas, du sucre de fruits avec 2 équivalents d'hydrogène en excès, ou du glycose désoxydé, ayant perdu 2 équivalents d'oxygène. Les phénomènes de la fermentation permettant de se rattacher à cette manière de voir, on peut partir de l'équivalent du carbone et regarder la mannite comme un sucre incomplet, égal aux autres sucres sous la plupart des rapports. Dans cette idée ($1137,5\times2=2275$), l'équivalent de la mannite ne différerait de celui du glycose que par 2 proportions d'oxygène en moins, et la production de ce corps entraînerait la perte d'autant de sucre, au moins, car il faudrait prendre pour chiffres proportionnels ceux que nous avons donnés pour le glycose. Dans le cas où la formule $C^6H^7O^6$ serait démontrée être préférable, ces chiffres seraient trop forts de moitié

G. *Matière glaireuse.* — Sa composition est la même que celle de la cellulose, $C^{12}H^9O^9+HO$, soit égale à la valeur du caramel monohydraté, ou 2025. On a les proportions :

$2025 : 2137,5 :: 1 : x = 1,05555$ sucre prismatique.
$2025 : 2250 :: 1 : x = 1,11111$ sucre de fruits.
$2025 : 2475 :: 1 : x = 1,2221$ glycose.

H. *Acides lactique et butyrique.* — 1 équivalent de sucre de fruits produit 2 proportions d'acide lactique $C^6H^5O^5+HO$, sans perte ; c'est donc du

sucre de fruits *coupé en deux*, et 1 de cet acide représentera 0,50 de sucre de fruits, 0,475 de sucre prismatique, et 0,55 de glycose. L'acide butyrique a pour formule $C^8H^7O^3+HO$, et ce symbole présente pour équivalent le chiffre 1100, lorsque celui de l'acide lactique est égal à 1115. On peut les regarder comme déterminant la même perte en sucre.

I. J. *Acides ulmique et ulmine.— Acides humique et humine.* — Ces quatre corps se forment aux dépens du sucre, dont leur formation détruit une quantité proportionnelle à leur teneur en carbone. L'équivalent de l'acide ulmique égale 4375, dont 3000 appartiennent au carbone ; l'ulmine contient autant de carbone et s'élève à 4600 ; l'acide humique offre pour équivalent 4350 et l'humine 4687,5 ; ces deux substances présentent le même chiffre de carbone que les précédentes. On peut établir une relation entre le carbone de ces substances et celui des divers sucres et rechercher quelle est la quantité proportionnelle de carbone contenue dans l'unité de poids de ces corps ainsi que dans celle des sucres, ce qu'il est aisé d'obtenir par les proportions.

On trouve de cette manière les résultats suivants :

1 d'acide ulmique renferme.....	0,68571	de carbone.
1 d'alumine renferme...........	0,65215	—
1 d'acide humique renferme....	0,68965	—
1 d'humine renferme...........	0,64000	—
1 de sucre prismatique renferme.	0,42105	—
1 de sucre de fruits renferme...	0,40000	—
1 de glycose renferme..........	0,36363	—

On déduit de là les proportions inverses suivantes :

1° Pour l'acide ulmique :

$0{,}42105 : 0{,}68571 :: 1 : x = 1{,}62859$ sucre prismatique.
$0{,}40000 : 0{,}68571 :: 1 : x = 1{,}714275$ sucre de fruits.
$0{,}36363 : 0{,}68571 :: 1 : x = 1{,}88567$ glycose.

2° Pour l'ulmine :

$0{,}42105 : 0{,}65215 :: 1 : x = 1{,}54886$ sucre prismatique.
$0{,}40000 : 0{,}65215 :: 1 : x = 1{,}630375$ sucre de fruits.
$0{,}36363 : 0{,}65215 :: 1 : x = 1{,}793446$ glycose.

3° Pour l'acide humique :

$0{,}42105 : 0{,}68965 :: 1 : x = 1{,}63792$ sucre prismatique.
$0{,}40000 : 0{,}68965 :: 1 : x = 1{,}72412$ sucre de fruits.
$0{,}36363 : 0{,}68965 :: 1 : x = 1{,}89657$ glycose.

4° Pour l'humine :

$0{,}42105 : 0{,}64000 :: 1 : x = 1{,}52001$ sucre prismatique.
$0{,}40000 : 0{,}64000 :: 1 : x = 1{,}60000$ sucre de fruits.
$0{,}36363 : 0{,}64000 :: 1 : x = 1{,}76003$ glycose.

En réunissant les valeurs trouvées par les divers calculs qui précèdent, on peut dresser le tableau suivant.

Tableau des pertes en sucre représentées par l'unité de diverses substances.

CORPS DÉRIVÉS.	Perte en sucre prismatique.	Perte en sucre de fruits.	Perte en glycose.
Caramel............	1,1176	1,1764	1,2941
Sucre de fruits.....	0,95	»	1,10
Glycose............	0,8636	0,90909	»
Alcool.............	1,85869	1,95652	2,15217
Acide carbonique...	1,94318	2,04545	2,25
Acide acétique......	1,425	1,50	1,65
Mannite............	0,8636	0,90909	1,00
Matière glaireuse...	1,05555	1,1111	1,2222
Acide lactique......	0,475	0,50	0,55
Acide ulmique......	1,62859	1,714275	1,88567
Ulmine............	1,54886	1,630375	1,793446
Acide humique.....	1,63792	1,724125	1,89657
Humine............	1,52001	1,60	1,76003

NOTE B.

OBSERVATIONS SUR LES SUCRATES. PROCÉDÉS SACCHARIMÉTRIQUES.

Nous avons dit que l'étude des sucrates est encore très-incomplète, et nous croyons qu'elle est entièrement à refaire. Rien n'égale, en effet, la facilité avec laquelle le sucre dissout un nombre considérable d'oxydes métalliques, et cette réaction n'est pas un des moindres obstacles que l'on rencontre dans la pratique industrielle. Les dissolutions des bases dans le sucre ne sont autre chose que des sucrates, très-solubles, souvent même déliquescents, et il arrive qu'on ne peut dégager les bases de ces combinaisons sans en substituer une autre. Si, par exemple, on avait affaire à un sucrate dont la base serait insoluble dans une liqueur ammoniacale, on pourrait précipiter la base par l'alcali volatil ou par le carbonate d'ammoniaque; mais il resterait dans la liqueur un sucrate ammoniacal dont les effets sont plus nuisibles qu'on ne le suppose généralement.

De même, certains sucrates n'éprouvent qu'une décomposition partielle sous l'action de plusieurs réactifs, une partie de la base se précipite à l'état de combinaison insoluble, et le reste demeure à l'état de sucrate moins basique, très-soluble, et rebelle aux réactions précédentes.

Ainsi, soit donnée une solution de sucrate de chaux; si, dans cette solution, on fait passer un courant d'acide carbonique *jusqu'à refus*, on constatera la précipitation d'une forte partie de la chaux à l'état de carbonate, mais la liqueur filtrée ne sera pas encore neutre aux réactifs; elle précipitera abondamment par le carbonate d'ammoniaque, les carbonates alcalins et l'oxalate d'ammoniaque; d'où l'on doit conclure que l'acide carbonique n'a pas exercé son action sur la totalité du sucrate de chaux.

En résumé, nous pensons que le sucre se combine avec la plupart des bases métalliques et avec l'ammoniaque aussi bien qu'avec plusieurs bases organiques, et nous nous proposons de faire plus tard les recherches chimiques nécessaires pour apprécier la valeur théorique et pratique de ces diverses combinaisons. On doit comprendre, *à priori*, que les alcalis n'étant précipités par aucune base usuelle, leur action et celle de l'ammoniaque sur le sucre ne peut être modifiée qu'autant qu'ils sont transformés en sels fixes, indécomposables aux températures qu'on peut faire éprouver aux sirops. Il faut redouter la présence, dans les liqueurs sucrées, des sels décomposables vers + 100°, parce que ces composés nuisent au sucre et par leur acide devenu libre, et par leur base, qui reforme un sucrate à mesure qu'elle s'isole : c'est ici le cas du sulfate d'ammoniaque qui se rencontre souvent dans les jus traités par le procédé d'Achard ou par le procédé Boucher.

Les sucrates peuvent être rationnellement divisés, comme les autres sels, en sucrates *acides*, *neutres* ou *basiques*, et il est fort probable que, dans les premiers et les derniers, on rencontrerait des variations très-notables.

Il y a des sucrates insolubles, comme celui de plomb, qui restent en dissolution à la faveur d'un acide, comme l'acétique; d'autres sont plus solubles à froid qu'à chaud, et réciproquement. Quelques-uns sont doués d'une très-grande solubilité; tels sont les sucrates alcalins et le sucrate d'ammoniaque; d'autres, enfin, sont solubles à l'état neutre, par exemple, et insolubles à l'état basique. Toutes ces différences sont à étudier avec soin dans leurs rapports possibles avec la pratique industrielle.

Procédés saccharimétriques. — La saccharimétrie chimique pourrait acquérir un haut degré de précision par la connaissance des sucrates métalliques insolubles ; il suffirait de précipiter le sucre d'une solution à l'état insoluble, de laver le précipité, de le sécher et de le peser pour connaître rigoureusement la proportion de sucre contenu dans la liqueur. On pourrait également prendre certains sucrates solubles pour point de départ, et déjà plusieurs chimistes se sont basés sur la décomposition des sucrates pour doser le sucre.

Procédé de M. Péligot. — M. Péligot, partant de ce fait que le lait de chaux, versé dans une dissolution sucrée, produit du sucrate sesquibasique de chaux $3CaO.2(C^{12}H^{11}O^{11})$ soluble, et que ce sucrate est décomposable par l'acide sulfurique, propose un procédé de saccharimétrie fondé sur la méthode suivante. Une liqueur sucrée étant donnée, la traiter par le lait de chaux, prendre un volume de la liqueur filtrée colorée en bleu par un peu de tournesol, et y verser goutte à goutte une dissolution titrée d'acide sulfurique, jusqu'à ce que la neutralisation soit indiquée par le changement de coloration. La quantité d'acide sulfurique employée indique la proportion de sucre, puisque l'équivalent de sucrate sesquibasique $3CaO.2(C^{12}H^{11}O^{11})$ est décomposable par 3 équivalents d'acide sulfurique $3SO^3$.

On a ainsi : $3SO^3$ est à $3CaO.2(C^{12}H^{11}O^{11})$ comme l'acide sulfurique employé est au sucrate renfermé dans la liqueur, ou, en chiffres, $1500 : 5325 :: y : x$. D'un autre côté 5325 de sucrate répondant à 4275 de sucre prismatique, 1 de ce sucrate représente 0,802816 de sucre, et il est facile d'apprécier le sucre réel contenu dans la liqueur donnée.

Ce procédé, dont nous ne faisons qu'analyser le principe, nous paraît devoir être inexact pour deux raisons principales : on devrait tenir compte de la chaux dissoute dans l'eau de la dissolution d'une part, et, de l'autre, il se peut très-bien faire qu'il existe dans la liqueur d'autres sucres que le prismatique, susceptibles de dissoudre une certaine quantité de chaux. On est ainsi conduit à un résultat exagéré dans nombre de circonstances.

Nous préférons encore la méthode saccharimétrique de M. Bareswil, soit telle qu'elle a été décrite, soit avec la modification suivante.

Modification du procédé Bareswil, par M. Fehling. — M. Fehling, trouvant que la liqueur de M. Bareswil est susceptible d'altération, en modifie la composition dans certaines proportions dont voici la formule :

On prend 40 grammes de sulfate de cuivre, 130 grammes de soude, 160 grammes de tartrate neutre de potasse et 600 grammes d'eau... La soude est d'abord dissoute dans l'eau, puis le tartrate de potasse, et l'on ajoute le sulfate de cuivre dissous dans une petite quantité de l'eau réservée.

Pour titrer cette liqueur, on fait dissoudre 10 grammes de glycose pur dans un litre d'eau et l'on cherche combien il faut de centimètres cubes de cette solution pour décolorer à chaud un volume donné, soit 10 centimètres cubes de la liqueur cuivrique. Le résultat est inscrit sur l'étiquette du flacon.

Supposons qu'il faille 50 centimètres cubes de la solution de glycose pour décolorer les 10 centimètres cubes d'essai, cette quantité répondra à un demi-gramme de glycose et l'essai des matières sucrées se fera avec facilité par la méthode générale que nous avons exposée en détail (p. 111 et suivantes)...

La seule différence réelle qui existe entre la liqueur de Bareswil et la solution de Fehling consiste dans la suppression du carbonate de soude et le remplacement de la potasse par la soude caustique. On remarque aussi une augmentation notable dans les doses; mais nous ne croyons pas que cette modification offre un grand avantage sur la liqueur de Bareswil bien préparée et conservée à l'abri de l'air. Il suffit, d'ailleurs, de la titrer de temps en temps pour s'assurer de sa valeur réelle.

NOTE C.

DES FERMENTS GLOBULAIRES ET DE LA MATIÈRE GOMMEUSE.

Des observateurs très-sérieux ont apporté une grande attention aux ferments globulaires et à la matière gommeuse que l'on regarde comme produite spécialement par ces ferments : nous sommes entièrement d'accord avec eux au sujet de l'importance pratique qu'il convient d'attacher au ferment globulaire dont la prodigieuse activité peut détruire en peu de temps des quantités considérables de sucre, mais nous différons d'opinion au sujet de la nature même de ce ferment, et nous croyons devoir exposer notre pensée à cet égard, la théorie pouvant ici jeter quelques lumières sur des points obscurs de la pratique.

1° Le ferment globulaire ne préexiste pas dans les plantes et l'on n'en aperçoit pas le moindre trace par des observations microscopiques attentives, faites sur le jus ou vesou, au moment même de son extraction. Les seuls ferments complets que l'on puisse y constater souvent sont les matières albuminoïdes insolubles, telles que le gluten, dont la propriété sur le sucre ne se développe que par un commencement de décomposition. Les autres ferments sont solubles et l'albumine en est le type le plus remarquable. On n'observe pas de traces d'organisation.

2° Sous l'influence de l'air extérieur, en présence du sucre, et, probablement, de quelques sels, les matières albuminoïdes solubles s'organisent avec une extrême rapidité, et les liqueurs les plus limpides ne tardent pas à se troubler, ce qui est dû à la présence d'une multitude de petits corps sphéroïdaux qui présentent les phases les plus élémentaires de l'organisation. Ce sont ces petits corps que nous regardons comme le *ferment à l'état naissant*, et que l'on a nommés improprement ferments globulaires. Ces petits corps sont des utricules fermés de toutes parts, beaucoup plus sphériques que les globules de levûre et dans lesquels il est très-probable que l'organisation est encore incomplète. Ils se forment dans toute liqueur qui renferme du sucre ou un corps hydrocarboné, en présence d'un principe albuminoïde soluble, au contact de l'air, et sous l'action d'une température variable, et nous en avons observé la présence dans les liqueurs les plus différentes de composition.

3° Ces ferments à l'état naissant donnent lieu, la plupart du temps, à des dégénérescences différentes des produits de la fermentation alcoolique, mais les deux produits les plus fréquents sont la matière gommeuse et la substance glaireuse. On trouve encore parfois de la mannite dans les produits de ces fermentations.

4° On ne sait encore rien de bien précis sur la nature réelle des matières gommeuse et glaireuse, mais tout porte à croire qu'elles ne sont que des modifications isomériques de la substance hydrocarbonée, car on n'y rencontre pas d'azote, à moins que les matières n'aient pas été convenablement purifiées.

5° Il est infiniment probable que ces altérations de la matière sucrée sont le point de départ d'une série de dégénérescences qui n'ont pas été suffisamment observées, et il se pourrait que, dans les plantes mêmes, si la transformation des principes hydrocarbonés en sucre liquide ou en glycose a lieu sous l'action du ferment diastatique, la matière albuminoïde n'est pas sans influence sur le retour du sucre à l'état gommeux ou féculent.

6° La matière productrice du ferment globulaire se coagulant par la chaleur ou devenant insoluble par sa combinaison avec la chaux, on comprend la méthode pratique à suivre pour enrayer la production du ferment destructeur. Il faut porter rapidement les jus à une température assez élevée (+ 80° à + 100°), aussitôt leur extraction, et les soumettre à une défécation convenable. Il vaut beaucoup mieux, en effet, perdre un peu de sucre par la chaleur et la défécation, que d'en laisser détruire une quantité considérable par voie fermentative.

7° En se reproduisant dans un liquide sucré contenant des matières protéiques, le ferment globulaire devient le plus souvent apte à produire la fermentation alcoolique.

NOTE D.

CARACTÈRES DE LA FAMILLE DES GRAMINÉES ET DE CELLE DES CHÉNOPODIACÉES.

Il est remarquable que le sucre se rencontre à ses différents états dans tous les embranchements du règne végétal, et il est très-probable que ce principe existe en réalité dans toutes les plantes, sous l'une ou l'autre de ses formes, et dans des proportions très-variables. On a trouvé du sucre incristallisable dans plusieurs algues et lichens, dans les mousses et les fougères ; le sucre particulier, découvert par Braconnot, se rencontre dans tous les champignons, en sorte que l'embranchement des végétaux inembryonés présente ce corps sous sa forme liquide et sous une forme cristalline spéciale.

Les végétaux embryonés offrent toutes les espèces de sucre connues, à l'exception, peut-être, du sucre de champignons, qui n'a pas encore été observé dans ces plantes. Le sucre prismatique existe dans les plantes monocotylédonées et dans les végétaux dicotylédonés ; la canne à sucre et les graminées appartiennent au premier de ces deux embranchements, et la betterave ainsi que la plupart des racines sucrées font partie du second.

Les Graminées appartiennent à la cinquième classe des plantes embryonées monocotylédonées, laquelle est caractérisée par un ovaire libre et par l'existence d'un endosperme [1] ; la fleur est formée de deux écailles au moins dans les graminées, dont la gaîne des feuilles est fendue ; leur ovaire est uniloculaire, c'est-à-dire à une seule loge, et il offre deux ou trois stigmates, malgré cette circonstance. M. A. Richard décrit ainsi les caractères de cette précieuse famille végétale, qui renferme des plantes d'une si haute utilité :

Les graminées sont des plantes herbacées, annuelles ou vivaces, plus rarement ligneuses et pouvant alors acquérir de très-grandes dimensions (bambou) ; ayant une souche souterraine de laquelle naissent des rameaux aériens ou tiges nommées *chaumes*, ordinairement simples, fistuleuses, marquées de distance en distance de nœuds pleins dont naissent des feuilles alternes et distiques, offrant une gaîne qui embrasse la tige et qui est fendue dans toute sa longueur ; à la réunion de la gaîne avec la lame de la feuille, on trouve un bord saillant, sous la forme d'une lame membraneuse ou d'une rangée de poils nommée *ligule*. Une fleur de graminée offre ordinairement la structure suivante : 1° au centre, un pistil composé d'un ovaire à une seule loge contenant un ovule attaché à toute la longueur de la partie interne de la loge ou à son fond, deux styles distincts et plus ou moins soudés par leur base, deux stigmates allongés formés de poils simples ou rameux, couverts de glandules ; très-rarement on observe trois stigmates ou un seul ; 2° trois étamines, plus rarement une, deux, quatre

[1] Périsperme, substance qui accompagne l'embryon et forme la masse de la graine. L'endosperme est farineux dans les graminées.

ou six, quelquefois même un grand nombre, à insertion hypogynique, ayant les filets grêles et capillaires, les anthères à deux loges opposées, un peu écartées l'une de l'autre à leurs deux extrémités; 3° deux petites écailles ou *paléoles* placées l'une près de l'autre du côté antérieur de la fleur, membraneuses ou charnues, quelquefois soudées en une seule, plus rarement au nombre de trois, formant un verticille complet, ou, enfin, manquant quelquefois complétement; 4° deux paillettes ou écailles distiques, l'une inférieure ou externe, marquée d'un nombre impair de nervures, quelquefois munie d'une *soie* ou d'une *arête;* l'autre interne et supérieure, souvent bifide au sommet, marquée de deux ou d'un nombre pair de nervures; ces deux écailles constituent la *glume*. Les fleurs des graminées sont ordinairement hermaphrodites, plus rarement unisexuées, solitaires ou réunies plusieurs ensemble sur un axe court, et formant de petits assemblages qu'on nomme *épillets*. Ces épillets sont uniflores, biflores ou multiflores. Tout à fait à leur base on trouve deux écailles, l'une externe ou inférieure, l'autre interne et supérieure formant la *lépicène*. Ces épillets, ou sessiles, alternes et distiques sur un axe simple, et formant ce que l'on a appelé improprement un épi, sont portés sur de longs pédicules grêles, simples ou rameux, et constituent une panicule. Le fruit est une caryopse nue ou enveloppée dans les deux valves de la glume qui persistent : plus rarement c'est un akène. La graine se compose d'un gros endosperme farineux, sur la face inférieure et externe duquel est appliqué un embryon extraire et discoïde, dont la radicule est inférieure et le cotylédon supérieur...

Cette famille est divisée en plusieurs tribus : les *oryzées*, les *phalaridées*, les *panicées*, les *stipacées*, les *agrostidées*, les *arundinacées*, les *pappophorées*, les *chloridées*, les *avénacées*, les *festucacées*, les *hordéacées*, les *rottboellacées*, les *andropogonées* sont partagées en genres très-nombreux, parmi lesquels on remarque le riz, le maïs, les holcus, le millet, l'aristide, l'agrostis, l'avoine, les poas, les brizes, les bromes, les dactyles, l'orge, le seigle, le froment, la canne à sucre, etc. Elle renferme, en un mot, toutes nos céréales alimentaires, la plupart des plantes à fourrage de nos prairies, et la canne de l'Inde, qui appartient à la tribu des andropogonées, dont les caractères particuliers consistent en ce que ses épillets sont biflores; la fleur inférieure est incomplète et les valves de la glume sont plus minces que la lépicène.

Les Chénopodiacées appartiennent à la neuvième classe des végétaux embryonés dicotylédonés, laquelle est caractérisée par des fleurs apétales hermaphrodites. Un ovaire libre, un embryon homotrope, embrassant l'endosperme, et des sépales herbacés sont les caractères principaux de la famille des chénopodiacées, ainsi décrite par le botaniste auquel nous avons emprunté ce qui précède :

« Plantes herbacées ou ligneuses, à feuilles alternes ou opposées, sans stipules; leurs fleurs sont petites, quelquefois unisexuées, disposées soit en grappes rameuses, soit groupées à l'aisselle des feuilles. Leur calice gamosépale, quelquefois tubuleux à sa base, est à trois, quatre ou cinq lobes plus ou moins profonds, persistants. Les étamines varient d'une à cinq; elles sont insérées soit à la base du calice, soit sous l'ovaire : ces étamines sont opposées aux lobes du calice. L'ovaire est libre, uniloculaire, mono-

sperme, contenant un seul ovule dressé et porté quelquefois sur un podosperme plus ou moins long et grêle. Le style, qui est rarement simple, est à deux, trois ou quatre divisions, terminées chacune par un stigmate tubulé. Le fruit est un akène ou une petite baie. La graine se compose sous son tégument propre d'un embryon cylindrique homotrope, grêle, recourbé sur un endosperme farineux ou roulé en spirale et quelquefois presque sans endosperme. »

Cette famille comprend deux tribus, celle des *cyclolobées* et celle des *spirolobées*... La différence caractéristique entre ces deux tribus consiste en ce que les spirolobées présentent un embryon roulé en spirale autour d'un endosperme peu développé, tandis que, dans les cyclolobées, l'embryon est annulaire et entoure un endosperme central. C'est à la tribu des cyclolobées qu'appartiennent l'arroche, la bette, le navet, etc.

Nous avons indiqué les caractères botaniques des graminées et des chénopodiacées, parce que c'est dans ces deux familles que l'on rencontre les végétaux saccharifères les plus utiles, la canne, le sorgho, le maïs et la betterave ; mais nous ne nous arrêterons pas à décrire ici la famille des *ombellifères* qui renferme la carotte et le panais, parce que ces deux plantes sont d'une application industrielle moins importante.

NOTE E.

COMPLÉMENT A L'ÉTUDE DE LA DENSITÉ : ESSAI DES BETTERAVES.

La question de densité réglant l'assiette de l'impôt, et la plupart des appréciations pratiques reposant sur cette base, on s'est occupé à dresser une foule de tables de densité, qui n'offrent, pour la plupart, que des à peu près, puisque la proportion de sels solubles varie considérablement dans les jus et que la présence de ces sels vient vicier les résultats dans beaucoup de circonstances.

Il faudrait que ces tables fussent dressées sur des solutions de sucre pur et sur des jus de composition moyenne, afin de pouvoir analyser les différences de ces données.

Cela est ordinairement assez difficile, et, d'ailleurs, la densité ne peut servir de base à un calcul pratique sérieux, ainsi que nous l'avons déjà dit et que nous achèverons de le démontrer[1].

Nous reproduisons cependant la table suivante que nos lecteurs pourront consulter avec intérêt.

[1] Voir note H, p. 821.

Table des densités et proportions de sucre dans des solutions à + 15 degrés.

SUCRE.	EAU.	DENSITÉ.	DEGRÉS Baumé.	VOLUME.	SUCRE DANS 100 litres.	SUCRE DANS 100 kilogr.
KIL.	KIL.			LITRES.	KIL.	KIL.
100	50	1345,29	37 »	111,40	89,68	66,60
»	60	1322,31	33,75	121 »	82,64	62,50
»	70	1297,93	32 »	134 »	76,35	58,80
»	80	1281,13	30,50	140,50	71,17	55,50
»	90	1266,66	29 »	150 »	66,66	52,60
»	100	1257,86	27,25	159 »	62,88	50 »
»	120	1222,22	25 »	180 »	55,55	45,40
»	140	1200 »	22,50	200 »	50 »	41,60
»	160	1187,21	21 »	219 »	45,66	38,40
»	180	1176,47	19,50	238 »	42 »	35,70
»	200	1170,72	18,50	256,25	39 »	33,30
»	250	1147,54	16 »	305 »	32,70	28,50
»	350	1111,11	12,50	405 »	24,60	22,20
»	450	1089,10	10,15	505 »	19,80	18,10
»	550	1074,38	8,50	605 »	16,50	15,30
»	650	1063,83	7,50	705 »	14,18	13,30
»	750	1055,90	6,50	805 »	12,42	11,70
»	945	1045 »	5 »	1000 »	10 »	9,50
»	1445	1030 »	3,50	1500 »	6,66	6,40
»	1945	1022,05	2,50	2000 »	5 »	4,80
»	2445	1018 »	2 »	2500 »	4 »	3,30
»	2945	1015 »	1,75	3000 »	3,33	3,20

Essai des betteraves. — Un des fabricants de sucre les plus intelligents de l'arrondissement de Lille emploie, pour l'essai des betteraves qu'il achète, un procédé très-simple, dont le seul défaut est de reposer sur la densité moyenne. Voici en quoi consiste cette méthode que nous voudrions voir adoptée en principe par tous les fabricants.

Lorsque des betteraves sont à acheter, avant qu'elles soient arrachées, le fabricant envoie dans la pièce un homme muni d'une sonde bien tranchante, à l'aide de laquelle il enlève de petits cylindres sur un certain nombre de betteraves, en des endroits différents du champ, de manière que ces cylindres-échantillons représentent à peu près la moyenne de la récolte en qualité. Ils sont *levés* sur la portion moyenne de la racine au-dessous du collet, et un peu obliquement, de la circonférence jusqu'au centre. On les soumet à l'action d'une petite râpe, puis à la pression, et la densité du jus qui en découle sert de base pour le prix à accorder au producteur.

Cette précaution est excellente et elle devrait être suivie partout; mais nous aimerions mieux voir essayer le jus-échantillon par un procédé saccharimétrique plus sûr et moins capricieux que la densité. Il serait tout aussi facile et presque aussi prompt de soumettre le jus filtré à la réaction

de la liqueur de Bareswil, et l'on aurait une appréciation certaine que l'on pourrait compléter par la constatation de la densité.

Admettons, par exemple, une densité de 1056; un tel jus peut contenir de 92,23 à 126,82 de sucre par litre, et l'on est exposé à un écart en plus ou en moins de 34,59, si l'on se contente de s'en rapporter à la densité, qui ne prouve absolument rien de positif. Cette cause d'erreur sera évitée si l'on constate par la saccharimétrie la présence de 9 de glycose et 102 de sucre prismatique par litre ; on saura à quoi l'on a affaire, et, de plus, comme la dissolution contenant 111 millièmes de sucre donne une densité qui se trouve entre 1045 et 1046, on tirera de ce fait la conséquence que, sur la densité observée de 1056, 10 millièmes au moins doivent être attribués à la présence des sels.

Des racines, ainsi essayées, permettront au fabricant de les payer un prix d'autant plus élevé qu'elles seront plus riches en sucre et plus pauvres en sels solubles.

NOTE F.

EMPLOI DE L'ALUN EN DÉFÉCATION. — PROCÉDÉ BOUCHER.

Nous reprochons au procédé Boucher d'exposer à laisser dans les jus du sulfate de potasse et d'ammoniaque, du sulfate de chaux, des alcalis ; et malgré les raisons théoriques apportées en faveur de l'emploi de l'alun comme agent de défécation, depuis que M. Ch. Derosne en a préconisé l'usage, nous ne pouvons passer sous silence les inconvénients qui nous semblent en résulter.

1° Le sulfate de potasse ne resterait dans les jus qu'autant que la chaux ne serait pas employée en proportion suffisante ; il en est de même du sulfate d'ammoniaque.

2° Dans tous les cas, si l'alun est complétement *neutralisé* par la chaux, il reste dans les jus du sulfate de chaux, de la potasse caustique, quelques autres bases mises en liberté par l'action de la chaux, de l'ammoniaque, par exemple, et, probablement, plusieurs sucrates.

3° M. Boucher cherche à éliminer les sels qui se déposent et troublent la liqueur concentrée à 15° Baumé par un repos suivi d'une filtration sur le noir en grains ayant déjà servi, et lorsque le sirop est arrivé à 25° ou 30° Baumé, on le fait encore repasser sur le gros noir neuf. Nous ferons remarquer que ces repos et filtrations débarrassent bien des sels suspendus, mais qu'il n'en reste pas moins une certaine proportion dans le sirop.

4° Il serait absolument impossible d'obtenir de premier jet du sucre marchand raffiné, ou tout au moins consommable, en suivant le procédé Boucher, dont nous avons déjà parlé (p. 364 et suivantes).

Dans aucun cas, en effet, on ne serait sûr d'avoir éliminé les sels, sauf peut-être dans l'hypothèse où l'on emploierait un excès de chaux ; mais les inconvénients attachés à la présence des alcalis libres et du sucrate de chaux ou des sucrates alcalins ne permettent pas de songer à cette solution.

5° Le sulfate de potasse peut provenir des sels alcalins qui se trouvent dans les jus, lorsque la chaux n'a été employée qu'en trop faible proportion et qu'elle n'a pu absorber l'acide du sel aluminique ou des sulfates alcalins qui préexistent dans le moût sucré; mais nous aimerions beaucoup mieux avoir affaire à ce sel qu'à des alcalis libres ou à des sucrates alcalins. Le sulfate de potasse peut, en effet, cristalliser très-facilement, et la liqueur n'en retient que de faibles quantités lorsqu'elle est arrivée à l'état de sirôp, tandis que le sulfate d'ammoniaque produit de graves inconvénients par sa décomposition à la cuite, que les alcalis et les sucrates alcalins déterminent la décomposition d'une grande proportion de sucre prismatique, et, de plus, la plus grande coloration des sirops.

Nous insisterons donc sur la nécessité de ne pas employer l'alun sans avoir bien pesé les avantages et les inconvénients qui résultent de son emploi. Il existe d'ailleurs des substances défécantes et décolorantes plus utiles et plus faciles à manier, parmi celles qui ont été précédemment indiquées au sujet de la défécation.

NOTE G.

RÉVIVIFICATION DU NOIR. — FOUR BLAISE. — OBSERVATIONS.

Lorsque le noir animal a été employé comme substance filtrante et décolorante, pour traiter les jus sucrés et les sirops, cette matière a éprouvé divers changements dont il importe de se rendre compte si l'on veut pouvoir apprécier les faits relatifs à la révivification.

1° Les matières organiques colorantes, grasses et autres, qui se trouvent absorbées par le noir, en détruisent la porosité, et, par conséquent, d'après ce que nous avons vu, diminuent son pouvoir décolorant. Il importe donc que ces matières soient détruites, si l'on veut que ce noir puisse servir de nouveau : on peut anéantir ces matières par la calcination, ou par dissolution chimique.

2° La chaux absorbée par le noir est loin d'être sans influence sur les qualités du noir révivifié, et l'on ne prête pas, selon nous, une attention suffisante à cette circonstance. Cette chaux peut être absorbée directement ou à l'état de sel calcaire, et principalement de combinaison avec certaines matières albuminoïdes. Ces combinaisons sont à peu près insolubles, mais elles s'introduisent mécaniquement dans la substance poreuse du noir et y restent avec opiniâtreté. Les sels calcaires solubles sont décomposés, probablement en présence du carbonate d'ammoniaque, et le carbonate de chaux se fixe dans les interstices de la matière.

La calcination peut détruire les matières organiques introduites avec la chaux, elle peut ramener la chaux carbonatée à l'état caustique... On pourrait encore faire disparaître la chaux et les sels calcaires par voie humide.

Calcination. — La calcination a pour effet immédiat de carboniser les matières d'origine organique : il se dégage les produits gazeux de la distillation sèche et il reste une certaine quantité de charbon qui, se trouvant

interposé dans les interstices du noir, en diminue la porosité, et, par conséquent, le pouvoir décolorant. L'effet contraire pourrait se produire, et l'augmentation de la proportion de carbone serait utile dans la révivification de certains noirs, dont la carbonisation n'aurait pas été faite primitivement à l'abri du contact de l'air atmosphérique. En effet, de tels noirs ont perdu, dans la calcination, une partie de leur carbone, qui a disparu à l'état gazeux, sous forme d'oxyde CO ou d'acide carbonique CO^2; il ne peut donc leur nuire de reprendre un peu de carbone dans la révivification. Le second effet d'une calcination, à la température rouge, est de fixer la chaux absorbée par le noir, en la faisant passer à l'état caustique, et peut-être en produisant des sels doubles.

On voit que, si la révivification proprement dite, par voie sèche ou par calcination, peut produire de bons résultats en détruisant les substances organiques retenues par le noir, elle offre aussi des inconvénients notables, savoir : l'augmentation de la proportion du carbone, celle de la chaux, et, par suite, la diminution de porosité du noir. C'est à ces diverses causes qu'il convient d'attribuer la moindre valeur des noirs révivifiés.

Dissolution. — Il est reconnu que les matières colorantes ne sont pas détruites, mais seulement absorbées par le noir, lequel les rend à l'eau par un simple lavage plus ou moins prolongé. On sait également que les substances grasses et la plupart des matières albuminoïdes sont solubles dans les liqueurs alcalines; quelques combinaisons de la chaux avec les substances protéiques sont décomposées par les alcalis et les carbonates alcalins; les matières protéiques sont dissoutes et la chaux passe le plus souvent à l'état de carbonate.

D'un autre côté, les acides, susceptibles de former des sels solubles avec la chaux, peuvent enlever cette base et empêcher qu'il n'en reste un excès dans le noir. Il peut se faire cependant que les lavages acides enlèvent également le carbonate de chaux qui fait partie du noir, lequel, dans ce cas, ne contiendrait plus que du phosphate de chaux, plus ou moins de carbone, et un peu de fluorure de calcium. Ce résultat causerait-il de graves inconvénients ?... Cette question ne nous paraît pas encore suffisamment élucidée, pour que l'on puisse se prononcer sur le mérite de la méthode de lavage par les acides, au moins en ce qui touche cette dernière circonstance.

Si donc nous examinons la valeur des procédés de révivification par voie humide, nous pourrons poser en principe que, d'une part, les lavages alcalins peuvent débarrasser le noir d'une quantité notable de substances organiques, que, de l'autre, les lavages acides peuvent lui enlever la chaux absorbée; mais il ne sera pas indifférent de pratiquer le lavage du noir par les alcalis ou les acides, ou même ces deux lavages successifs auront des effets différents, selon que l'un ou l'autre sera exécuté le premier. Si l'on fait, en effet, un lavage acide seul, comme cela a été conseillé par un théoricien, les combinaisons calcaires sont détruites, à la vérité, les matières colorantes sont dissoutes, mais les matières protéiques restent interposées à l'état insoluble. Le lavage alcalin seul aurait des effets désastreux pour le sucre, pour peu qu'il reste de matière alcaline libre dans le noir, et encore ce lavage ne régénérerait pas le noir, puisque la chaux absorbée resterait à l'état caustique ou à celui de carbonate.

Il conviendrait donc, selon nous, d'adopter une méthode intermédiaire, qui permettrait d'éviter les inconvénients de la calcination, ceux du lavage alcalin et ceux dus à l'action des acides.

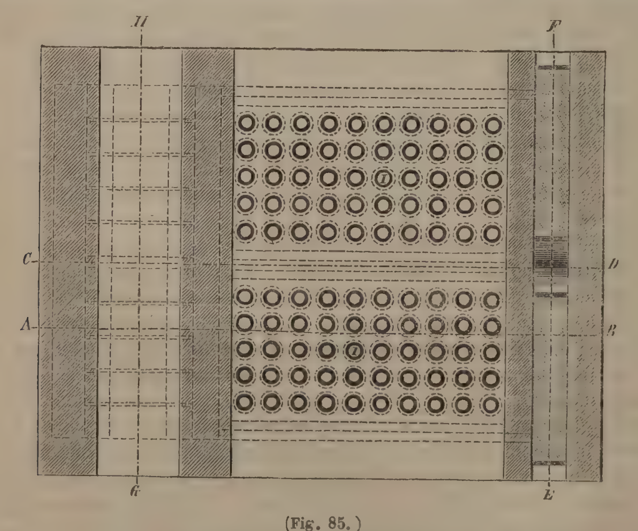
On a conseillé le simple lavage du noir dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, puis dans l'eau simple. Ce procédé offre des avantages et des inconvénients sur lesquels nous n'avons pas à nous étendre après ce qui vient d'être exposé et qui nous paraît suffire pour baser une opinion manufacturière.

Nous en disons autant des lessives alcalines employées seules et même de la calcination.

Nous ne nous étendrons pas au sujet des méthodes que nous préférerions voir adopter par la pratique; car, jusqu'à présent, il faut convenir que la révivification par voie de calcination est la plus suivie et celle qui offre les meilleurs résultats industriels.

Cette révivification a été pratiquée à l'aide d'appareils et de fours nombreux sur lesquels nous n'entendons émettre aucune opinion personnelle, puisque, selon nous, la calcination est une opération incomplète, et, le plus souvent, illusoire.

Cependant, aujourd'hui, à côté des systèmes proposés ou mis en usage pour la révivification du noir d'os en grains et parmi lesquels on distingue le four coulant à tiroirs que nous avons décrit, la simple révivification en pots[1], le traitement par l'acide chlorhydrique, il s'établit un appareil proposé par M. Blaise, lequel offre des avantages notables, au dire de plusieurs raffineurs et fabricants dans les établissements desquels il fonctionne. Nous croyons devoir en mettre la description sous les yeux du lecteur, afin de compléter, par ce document, l'étude des questions relatives



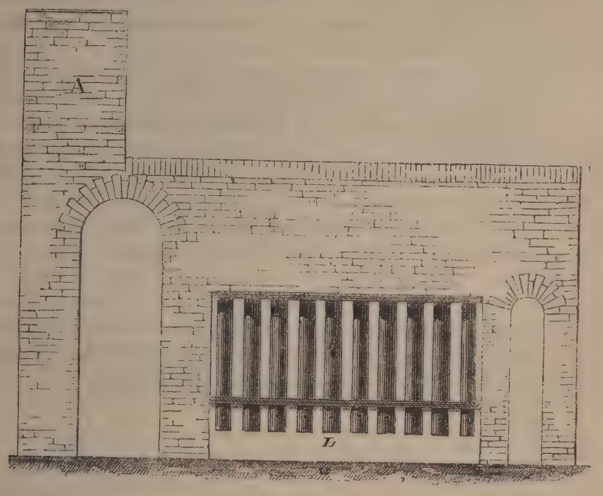
(Fig. 85.)

[1] La meilleure de toutes les méthodes employées, quant aux résultats, mais peut-être la plus coûteuse.

au noir décolorant, et nous empruntons cette description au brevet de l'inventeur.

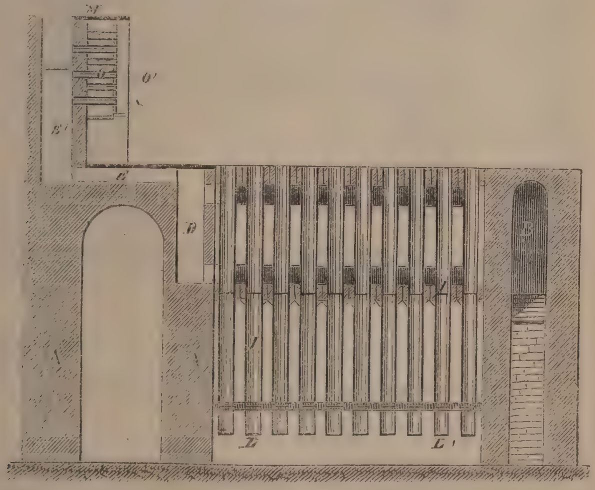
Le four Blaise... « utilise la chaleur jusqu'à la dernière limite, et il conserve au noir toutes ses qualités. »

La figure 85 en montre le plan supérieur, la figure 86 indique une face



(Fig. 86.)

latérale, et les figures 87, 88, 89, 90, donnent les différentes coupes indiquées sur le plan.



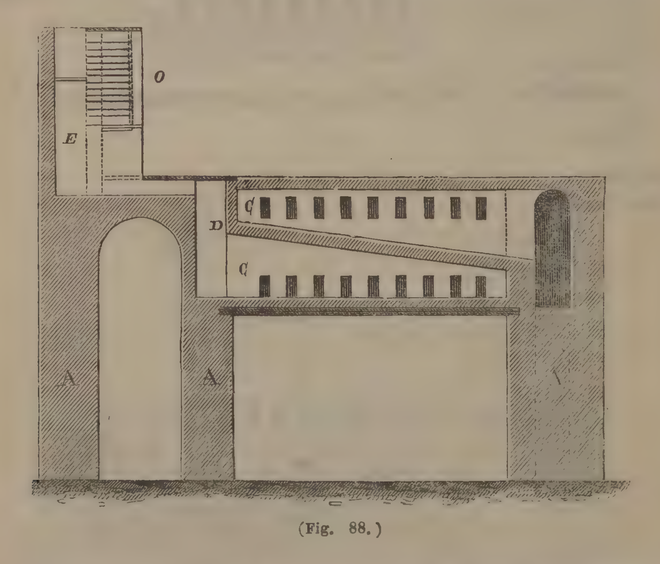
(Fig. 87.)

Voici l'explication de ces différentes figures et de la manière dont marche cet appareil :

« Les mêmes lettres indiquent dans toutes les figures les mêmes objets.

« A, massif du four. B, foyer. CC′, double série de carneaux forçant la flamme à faire un double parcours autour de la partie supérieure I′ des tubes II′ qui contiennent le noir à révivifier. La flamme et l'air chaud, après avoir parcouru CC′, arrivent en D et passent en E′ par les conduits EE, puis circulent en retour dans les tubes en tôle ou fonte OO de la boîte M, et s'échappent dans la cheminée d'appel. O′O′ sont les portes en tôle de la boîte ou trémie M. II′ sont des tubes en terre réfractaire placés verticalement ; ils sont en deux parties I et I′ (fig. 87) sur la hauteur, reliées par des manchons carrés à trou rond du diamètre extérieur des tubes. Les manchons, qui sont aussi en terre réfractaire, ont la dimension exacte du vide qui existe entre les tubes et ils forment, par leur réunion, une sorte de plancher de séparation ; ils maintiennent les tubes dans leur position verticale et donnent une grande facilité pour changer les tubes qui seraient détériorés.

« Les tubes sont terminés à la partie supérieure par des manchons semblables, et posent à leur partie inférieure sur une plaque de fonte percée d'autant de trous qu'il y a de tubes... Le nombre des tubes peut être dimi-

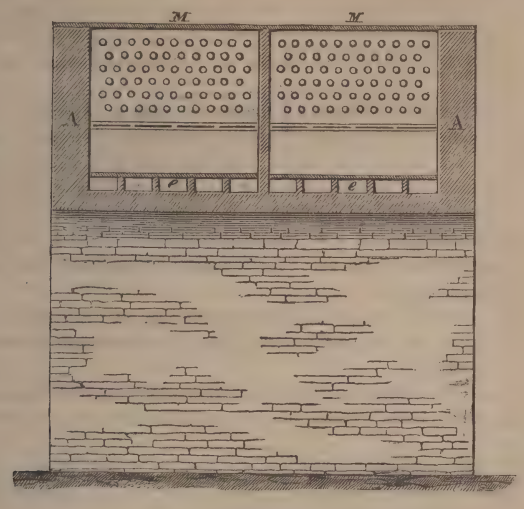


(Fig. 88.)

nué ou augmenté suivant l'importance du four. Ces tubes portent $0^m,140$ de diamètre et $1^m,40$ de longueur ; mais ces dimensions n'ont rien d'absolu et peuvent être modifiées suivant les circonstances. La partie supérieure I′ des tubes reçoit seule l'action du feu.

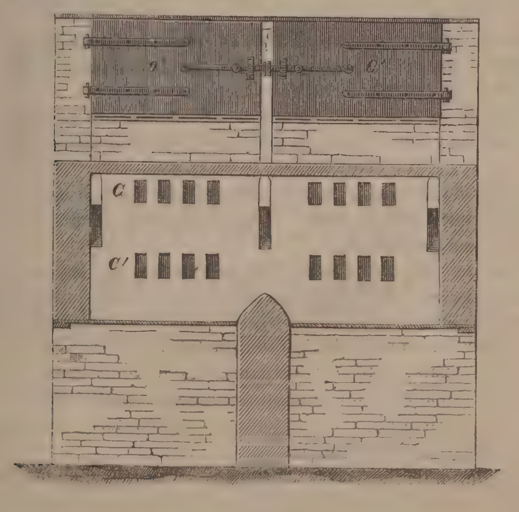
« Le noir à révivifier est d'abord jeté dans la boîte M (fig. 87 et 89), par sa partie supérieure. Il s'y sèche par son contact avec les tuyaux OO d'air chaud. Lorsqu'il est sec, on ouvre les portes O′O′. Il tombe au pied de la

boîte M sur des plaques en fonte qui recouvrent les conduits DE ; l'ouvrier l'étend sur le plancher formé par les manchons supérieurs et il tombe na-



(Fig. 89.)

turellement dans les tubes II', lesquels étant chauffés convenablement opèrent la révivification.



(Fig. 90.)

« Le noir arrive peu à peu dans la partie inférieure I' des tubes, laquelle n'est point exposée à l'action du feu. Il s'y refroidit sans être en contact avec

l'air, et il arrive dans les boîtes à registre L (fig. 86 et 87), d'où on le retire à mesure qu'une nouvelle couche est étendue sur le plancher supérieur.

« On voit que par ces dispositions l'opération est continue et facile à suivre, que le noir se refroidit sans être en contact avec l'air et que la chaleur qui serait perdue est utilisée à sécher préalablement le noir à révivifier.

« De plus, ajoute l'inventeur, je mêle au noir à révivifier des os qui servent à la fabrication du noir neuf dans une proportion que l'expérience déterminera. La cuisson de ces os au milieu du noir vieux donne beaucoup de qualité à ce dernier, et, de plus, le fabricant peut, par ce moyen, se rendre compte, après l'opération, si la conduite du feu a été faite dans de bonnes conditions, le four étant disposé de façon que les os, qui sont toujours plus encombrants que le noir vieux, n'empêchent pas celui-ci de descendre régulièrement. »

En résumé, l'objet du brevet Blaise repose sur les chefs suivants :

« 1° Les tubes en terre réfractaire, placés verticalement pour recevoir le noir à révivifier.

« 2° L'idée d'avoir mis ces tubes en deux parties sur la hauteur, dont la partie supérieure seule est chauffée et dont la partie inférieure sert de refroidisseur.

« 3° Le moyen de maintenir les tubes dans leur verticalité par des manchons carrés en terre réfractaire, à trou rond, du diamètre extérieur des tubes, ces manchons formant deux planchers dont celui de dessus sert à étendre le noir pour son introduction facile dans les tubes.

« 4° La plaque de fonte inférieure percée de trous et garnie de tiroirs ou registres qui reçoivent le noir et permettent sa sortie lorsqu'il est complétement refroidi.

« 5° La disposition générale du four et celle des carneaux qui obligent la flamme et l'air chaud à passer deux fois autour des tubes avant d'arriver dans les conduits DE.

« 6° La boîte en tôle ou en fonte à tubes horizontaux à travers lesquels passent l'air chaud et la fumée pour sécher préalablement le noir à révivifier.

« 7° L'idée d'ajouter des os dans une certaine proportion au vieux noir dans le but d'améliorer la qualité de ce dernier et de connaître la manière dont le feu a été conduit. »

Nous pouvons dire, à la louange du four Blaise, que les personnes chez lesquelles fonctionne cet appareil en sont très-satisfaites, tant sous le rapport de la simplicité des opérations, que du peu de réparations exigées par ce four, et par la bonne qualité de son produit.

Un système analogue fonctionne dans le midi de la Russie, et la différence la plus essentielle qu'il présente consiste en ce que les *tubes doubles*, servant à la calcination, sont en fonte et non en terre réfractaire. Nous croyons le four Blaise préférable.

Ce n'est encore là que de la calcination seule, et, quelque parfait que soit le moyen, il ne peut éviter les désavantages inhérents à la révivification par voie sèche.

Voici comment nous voudrions voir procéder.

Un lavage à l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique serait exécuté sur

le noir, afin de détruire les combinaisons calcaires et alcalines. Cette opération serait suivie d'un lavage à l'eau chaude, pratiqué à l'aide d'une hélice ; on ferait un troisième lavage dans une solution d'un carbonate alcalin, puis un dernier lavage à l'eau. Ces lavages peuvent être exécutés d'une manière continue, et les solutions acide et alcaline serviraient jusqu'à neutralisation. Le noir séché passerait dans un tambour, où il serait mélangé avec 1 ou 2 centièmes de goudron de houille, pour, de là, alimenter les tubes à calcination. La calcination devrait durer fort peu de temps, assez seulement pour dessécher complétement la matière, et elle ne devrait pas dépasser la température du rouge sombre au plus. Quelques expériences nous autorisent à penser que cette méthode, peu coûteuse en résumé, donnerait des résultats très-avantageux.

NOTE H.

RENDEMENT MANUFACTURIER DE LA BETTERAVE. OBSERVATIONS SUR LA PRISE EN CHARGE.

La presse industrielle a accueilli les observations suivantes d'un fabricant de sucre du département du Nord, dont nous connaissons personnellement les hautes qualités manufacturières aussi bien que la moralité consciencieuse. Nous les croyons de nature à éclairer plusieurs de nos lecteurs, et nous les reproduisons textuellement.

En présence des résultats, désastreux pour la plupart des fabricants de sucre, de la campagne 1857-1858, on a été jusqu'à mettre en question l'existence et l'avenir de cette industrie dans le département du Nord.

Les chiffres ci-joints prouvent à tous ceux qui connaissent la fabrication d'où vient le mal, et où il faut chercher le remède. Ils font voir que les pertes subies par cette industrie ont eu pour cause, moins les prix exceptionnellement bas, que la qualité déplorable des betteraves. Il résulte, en effet, des tableaux qui suivent qu'un fabricant de sucre, quelque infime que soit le prix qu'il paye ses betteraves, si elles ne marquent pas au densimètre de la régie un degré supérieur à 3°,5, supportera des pertes considérables, tandis qu'une densité de 4° à 5°,5 assure au cultivateur une rémunération suffisante et au fabricant un bénéfice.

Fabrique de sucre d'une valeur de 300,000 *à* 350,000 *francs pouvant employer* 8,100,000 *kilogrammes de betteraves en* 90 *à* 100 *jours.*

Prix de revient du sucre suivant la qualité de la betterave, et afin d'en déterminer la valeur.

1,000 kilogrammes de betteraves donnant 8 hectolitres de jus et marquant :

Au densimètre.	Prise en charge de la régie par 1,400 grammes.	Au saccharimètre.	En fabrication. Bonne 4°.
3°,5	39 k.,20	55 k.,86	30 k.
4°,	44 ,80	66 ,77	45
4°,5	50 ,04	75 ,13	58
5°,	56	84 ,70	67
5°,5	61 ,60	93 ,17	73

La pratique a démontré que le jus de betterave, à la densité de 4°, rend bien à la fabrication la quantité prise en charge par la régie par 1,400 grammes.

Prix de revient. — Production de 180 hectares, soit en moyenne 45,000 kilogrammes par hectare, 8,100,000 kilogrammes de betteraves. — 1,000 kilogrammes de betteraves, rendant 80 pour 100 de jus, à la densité de 3°,5, donnent à la régie une prise en charge (par 1,400 grammes) de 39k,20 de sucre, au saccharimètre 55,86, et à la fabrication par procédé ordinaire, 30 kilogrammes, soit 3 pour 100.

Production : 2,430 sacs sucre.

Betteraves, 8,100,000 kil. à 20 fr..		162,000	soit 66,66	3,333 kil. par sac.
Charbon........................		40,000	16,46	
Noir...........................		15,000	6,15	
Toiles et sacs.................		10,000	4,11	
Main-d'œuvre...................		32,000	13,17	
		259,000	106,55	
Gestion et appointements.......		12,000	4,94	
Location		3,000	1,23	
Frais généraux, etc............		2,500	1,03	
Eclairage		2,500	1,03	
Intérêts.......................		5,000	2,06	
Amortissement		30,000	12,34	
Frais divers, chaux, minium, lames de râpes, mannes, charbon de bois, réparations, etc..........		13,000	5,35	
		327,000	134,53	
A déduire :				
Pulpe, 22 pour 100.....	14,256			
Ecumes...............	1,000	45,256	18,62	Sucre à 64 fr. be 4e 6 en dessous.
Mélasses, 300,000 kil. à 10 fr.............	30,000			
		281,744	115,91	Soit 58 fr. 100 kil.
Manquant à payer à la régie, 9 pour 100, soit sur 8,100,000 kil., 729 sacs à 54 fr..............		39,366	16,20	Perte, 180,135,90
			132,11	

Prix de revient..	132,11
Prix de vente...	58
Perte......	74,11 aux 100 kil.

En déduisant ces 74,11 des 66,66, montant des 3,333 kilogrammes de betteraves qu'on emploie pour faire un sac de sucre, il y a encore une perte de 7,45 aux 100 kilogrammes, lesquels, divisés par les 3,333 kilogrammes de betteraves, donnent un chiffre de 2,35 aux 100 kilogrammes, qu'il faudrait remettre avec les betteraves.

Prix de revient. — Production de 180 hectares, soit en moyenne 45,000 kilogrammes par hectare, 8,100,000 kilogrammes de betteraves. — 1,000 kilogrammes de betteraves, rendant 80 pour 100 de jus à la densité de 4°, donnent à la régie (par 1,400 grammes) une prise en charge de 44 k., 80, au saccharimètre 66,77, et à la fabrication, par procédé ordinaire, 48 kilogrammes, soit 4 8/10 pour 100.

Production : 3,645 *sacs sucre.*

Betteraves, 8,100,000 kil. à 20 fr..	162,000	soit 44,44	2,222 kil. par sac.
Charbon	40,000	10,97	
Noir	11,000	3,02	
Toiles et sacs	10,000	2,74	
Main-d'œuvre	32,000	8,78	
	255,000	69,95	
Gestion et appointements	12,000	3,29	
Location	3,000	0,82	
Frais généraux (assurances, etc.).	2,500	0,68	
Eclairage	2,500	0,68	
Intérêts	5,000	1,38	
Amortissement	30,000	8,25	
Frais divers, chaux, minium, lames de râpes, mannes, charbon de bois, réparations, etc	13,000	3,56	
	323,000	88,61	

A déduire :

Pulpe, 25 pour 100	14,256			
Ecumes	1,000	40,256	11,04	
Mélasses, 250,000 kil. à 10 fr.	25,000			Sucre à 64 fr. b^e 4e. 4 pour qualité moindre.
		282,744	77,57	Soit 60 pour 100 kil.

Il faudrait, pour arriver au pair, ne payer la betterave que 12,11 pour 100 par kilogramme.

Prix de revient	77,57
Prix de vente	60
Différence	17,57

Perte sur 3,645 sacs, 63,933 30.

En déduisant ces 17,57 des 44,44 montant des 2,222 kilogrammes de betteraves à 205 employés par sac de sucre, on obtient un chiffre de 26,87, qui porte à 12 fr. 11 c. le prix auquel on devrait payer la betterave pour arriver au pair.

Prix de revient. — Production de 180 hectares, soit en moyenne 45,000 kilogrammes par hectare, 8,100,000 kilogrammes de betteraves. —

1,000 kilogrammes de betteraves, rendant 80 pour 100 de jus, à la densité de 4°,5, donnent à la régie (par 1,400 grammes) une prise en charge de 50,04, au saccharimètre 75,13, à la fabrication par procédé ordinaire 58 kilogrammes, soit 58 pour 100.

Production : 4,698 sacs de sucre.

Betteraves, 8,100,000 kil. à 20 fr...	162,000	soit 34,48	1,723 kil. par sac.
Charbon........................	40,000	8,51	
Noir...........................	8,000	1,70	
Toiles et sacs.................	10,000	2,12	
Main-d'œuvre...................	32,000	6,81	
	252,000	53,62	
Gestion et appointements.........	12,000	2,56	
Location........................	3,000	0,64	
Frais généraux, assurances, etc...	2,500	0,53	
Intérêts........................	5,000	1,06	
Amortissement	30,000	6,39	
Frais divers, chaux, minium, lames de râpe, charbon de bois, réparations, etc..................	13,000	2,76	
	317,500	67,56	

A déduire :

Pulpe, 22 pour 100.....	14,256	40,256	8,57
Ecumes	1,000		
Mélasses, 250,000 kil. à 10 francs............	25,000		
		277,244	58,99

Sucre...... 64
Revient ... 58,99

Bénéfice... 5,01 par sac de sucre, soit sur 4,698 sacs...... 23,536 98
en payant la betterave 20 fr. les 1,000 kilogrammes.

Prix de vente...... 64
Prix de revient..... 58,99

Différence...... 5,01

En ajoutant ces 5,01 aux 34,48, montant des 1,723 kilogrammes de betteraves employées, on obtient le chiffre de 22,90 auquel on pourrait acheter les betteraves pour arriver au pair, c'est-à-dire que le prix de revient égale celui de la vente.

Prix de revient. — Production de 180 hectares, soit en moyenne 45,000 kilogrammes par hectare, 8,100,000 kilogrammes de betteraves. — 1,000 kilogrammes de betteraves, rendant 80 pour 100 de jus, à la densité de 5°, donnent à la régie (par 1,400 grammes) une prise en charge de 56 k.,00, au saccharimètre 84,69, et à la fabrication par procédé ordinaire 67 kilogrammes, soit 6,7 pour 100.

Production : 5,427 sacs de sucre.

Betteraves, 8,100,000 kil. à 20 fr.	162,000	soit 29,85	1,492 kil. par sac.
Charbon	40,000	7,37	
Noir	8,000	1,47	
Toiles et sacs	10,000	1,84	
Main-d'œuvre	32,000	5,90	
	252,000	46,43	
Gestion et appointements	12,000	2,21	
Location	3,000	2,21	
Eclairage	2,500	0,46	
Frais généraux, assurances, etc.	2,500	0,46	
Intérêts	5,000	0,92	
Amortissement	30,000	5,52	
Frais divers, chaux, minium, lames de râpes, mannes, charbon de bois, réparations	13,000	2,40	
	320,000	60,61	

A déduire :

Pulpe, 22 pour 100	14,256		
Ecumes	1,000	37,756	6,96
Mélasses, 225,000 kil. à 10 francs	22,500		
		282,244	53,65

Sucre........... 64
Prix de revient.. 53,65

Bénéfice......... 10 fr. 35 par sac de sucre, soit sur 5,427 sacs 56,169,45, en payant la betterave à 20 fr. les 1000 kilogrammes.

Pour être au pair : betteraves, 23,85.

Prix de revient. — Production de 180 hectares, soit en moyenne 45,000 kilogrammes par hectare, 8,100,000 kilogrammes de betteraves. — 1,000 kilogrammes de betteraves, rendant 80 pour 100 de jus à la densité de 5°,5, donnent à la régie (par 1,400 grammes) une prise en charge de 61 k., 60, au saccharimètre 93,17, et à la fabrication par procédé ordinaire, 75 kilogrammes, soit 7 et 5 pour 100.

Production : 5,913 sacs de sucre.

Betteraves, 8,100,000 kil. à 20 fr.	162,000	soit 27,39	1,369 kil. par sac.
Charbon	40,000	6,76	
Noir	8,000	1,35	
Toiles et sacs	10,000	1,69	
Main-d'œuvre	32,000	5,51	
A reporter	252,000	42,70	

Report........	252,000	42,70
Gestion et appointements..........	12,000	2,03
Location..........................	3,000	0,51
Frais généraux, assurances, etc...	2,500	0,42
Eclairage, subvention industrielle.	2,500	0,42
Intérêts..........................	5,000	0,85
Amortissement.....................	30,000	5,00
Frais divers, chaux, minium, lames de râpe, mannes, charbon de bois, réparations, etc...........	13,000	2,20
	320,000	54,13

A déduire :

Pulpe, 22 pour 100......	14,256			
Ecumes.................	1,000	35,256	5,96	
Mélasses, 200,000 kil. à 10 francs.............	20,000			
		284,744	48,17	pour être au pair. Betteraves, 26,57.

Sucre à 64 fr... 64
Prix de revient. 48,17

Bénéfice...... 15,83 par sac de sucre; sur 5,913 sacs, 93,602 fr. 79 c.

Des chiffres qui précèdent, il résulte que le sort de la fabrication du sucre indigène est dans les mains des cultivateurs ; leur intérêt non moins que celui des fabricants doit les pousser à choisir leur graine avec discernement et à surveiller la nature de leur engrais ; mais il est un moyen pratique et sérieux d'établir une solidarité entre le cultivateur et le fabricant, ce serait de payer les betteraves selon une échelle de prix proportionnels au degré de densité déclaré par la régie, et d'insérer dans le compromis une clause expresse qui refuserait toute betterave dont les jus n'atteindraient pas le degré minimum de 4°...

Si de tels résultats se présentaient avec la prise en charge de 1,400 grammes par degré et par hectolitre, on peut en déduire les conséquences de l'augmentation décrétée par la loi de 1860, qui a porté la prise en charge à 1,425 grammes.

Voici maintenant les observations de M. B. Corenwinder sur la prise en charge : ces observations, publiées en 1858 par le journal *l'Agriculture pratique*, seront consultées avec fruit par nos lecteurs, et nous les transcrivons avec plaisir, quoique nous différions d'opinion sur quelques points avec leur auteur.

Depuis la promulgation de la loi du 31 mai 1846, le minimum de la prise en charge, dans les fabriques de sucre, est de 1,400 grammes par hectolitre de jus et par degré du densimètre, c'est-à-dire que le fabricant est assujetti à payer l'impôt, au minimum, sur une quantité de sucre qui s'obtient *à priori* en multipliant le nombre d'hectolitres de jus mis à la défécation par le degré observé et par 1,400 grammes.

Le jus, par exemple, a une densité de 4° ou 1,040 (le poids spécifique de

l'eau étant 1), 1 × 4 × 1 k.,400 ou 5 k.,60 est la quantité de sucre dont le fabricant doit rigoureusement acquitter l'impôt à l'administration pour chaque hectolitre de jus fabriqué à 4°.

Ce minimum de prise en charge est-il justifié par des données expérimentales, par des observations rigoureuses? Nous ne le pensons pas, et nous allons prouver que, dans la plupart des circonstances, le facteur 1,400 grammes est beaucoup trop élevé.

Nous avons réuni dans le tableau suivant les chiffres indiquant les richesses saccharines de la betterave, comparées avec la densité du jus. Ces chiffres sont le résultat d'un grand nombre d'analyses, et leur moyenne représente, avec un degré d'approximation suffisant, la quantité de sucre qu'on doit attribuer à la betterave. Ils peuvent servir efficacement à discuter le mode d'appréciation du rendement probable employé actuellement par la régie des contributions indirectes.

Tableau comparatif de diverses densités du jus de betterave et de la quantité de sucre constatée pour chacune d'elles.

DENSITÉ DE 3° A 4°.		DENSITÉ DE 4° A 5°.		DENSITÉ DE 5° A 6°.	
Poids du litre.	Quantité de sucre par litre.	Poids du litre.	Quantité de sucre par litre.	Poids du litre.	Quantité de sucre par litre.
1030	51,06	1040	69,17	1050	113,64
1030	50,47	1040	61,76	1050	188,70
1030	60,59	1040	72,47	1050	106,05
1032	72,47	1040	88,94	1050	106,05
1036	72,47	1042	92,23	1051	98,82
1036	70,97	1043	82,35	1051	108,67
1037	63,40	1043	93,88	1852	120,23
1037	83,06	1043	97,17	1852	120,23
1038	79,40	1043	82,00	1852	113,64
1038	77,44	1044	88,94	1852	108,70
1038	70,82	1044	87,27	1054	113,83
1038	72,47	1044	87,29	1054	126,82
1038	83,00	1044	85,81	1055	115,20
1038	85,60	1044	98,00	1055	115,20
1038	82,35	1045	113,64	1055	108,70
1039	67,50	1045	110,00	1856	116,90
»	»	1045	97,25	1056	92,23
»	»	1045	98,82	»	»
»	»	1045	90,60	»	»
»	»	1046	92,88	»	»
»	»	1046	98,82	»	»
»	»	1046	102,12	»	»
»	»	1046	84,80	»	»
»	»	1047	102,12	»	»
»	»	1048	126,82	»	»
»	»	1048	98,82	»	»
»	»	1048	105,41	»	»
»	»	1049	98,00	»	»
»	»	1049	95,53	»	»
»	»	1049	107,00	»	»
1035,8	71,44	1044,7	93,30	1052,6	111,39

L'examen de ce tableau nous apprend d'abord que *la densité du jus est loin d'être dans le même rapport que le sucre dans la betterave. A priori*, cette anomalie apparente est facile à expliquer. Outre le sucre, la betterave renferme encore des matières salines et albuminoïdes dont la présence influe sur la pesanteur spécifique du jus. Ces matières étrangères sont, relativement, plus abondantes dans une betterave pauvre que dans une betterave riche, parce que les conditions qui nuisent à la production du sucre sont celles, au contraire, qui favorisent le développement des éléments salins et azotés. Ces analyses prouvent surabondamment cette vérité, et, à ce point de vue, elles infirment déjà la valeur d'un procédé d'évaluation du rendement probable, fondé sur l'observation de la densité du jus.

Mais, nous dira-t-on, il ne suffit pas de condamner une méthode, il faudrait encore en proposer une qui fût susceptible de donner de meilleurs résultats.

Nous ne pensons pas qu'il faille rejeter *absolument* l'emploi du densimètre pour l'évaluation *à priori* du rendement probable de la betterave, mais *nous croyons qu'il faut modifier le facteur* 1,400 *grammes, qui*, d'après ce que nous allons démontrer, *est trop élevé,* et le remplacer par un chiffre plus en harmonie avec les données expérimentales.

Dans le tableau suivant, nous avons indiqué, dans la première ligne, les richesses saccharines moyennes du jus de betterave correspondantes aux degrés le plus ordinairement observés ; ces moyennes ont été établies proportionnellement à celles qui résultent de nos analyses, et qui sont consignées au bas du premier tableau.

Dans la seconde ligne de ce deuxième tableau, nous avons fait figurer les prises en charge de la régie pour les différents degrés du densimètre. Il est évident qu'en retranchant les chiffres inférieurs de ceux qui leur correspondent dans la ligne supérieure, les restes expriment les quantités de sucre qui excèdent la quotité de la prise en charge pour chaque degré du densimètre; ils indiquent conséquemment ce que l'administration suppose devoir rester de sucre dans les mélasses, les pertes à subir à la filtration, l'évaporation, la clarification, etc.

	Densité. 3°	Densité. 3°,5	Densité. 4°
Richesse saccharine correspondante par hectolitre	5k.,986	6k.,984	8k.,348
Prise en charge actuelle de la régie (1k.,400 × le degré) par hectolitre...	4 ,200	4 ,900	5 ,600
Différence...	1k.,786	2k.,084	2k.,748

	Densité. 4°,5	Densité. 5°	Densité. 5°,5
Richesse saccharine correspondante par hectolitre	9k.,362	10k.,588	11k.,647
Prise en charge actuelle de la régie (1k.,400 × le degré) par hectolitre.....	6 ,300	7 ,000	9 ,700
Différence...	3k.,092	3k.,588	3k.,947

On remarque que, si le fabricant opère sur des jus ayant une densité de 5°,

le reste est de 3 k.,588 par hectolitre; ce reste pourra évidemment, dans la plupart des cas, être suffisant pour que le fabricant atteigne le minimum établi sur la base de 1,400 grammes par hectolitre; mais, si la densité n'est que de 3°,5 ou même 4°, les différences seront inférieures à la quantité de sucre qui doit disparaître par la suite des opérations, ajoutée à celle qui sera retenue dans les mélasses, et alors il aura *fatalement des manquants.*

L'expérience a justifié cette démonstration; tous les hommes compétents savent qu'*avec des betteraves au-dessous de 4° on a inévitablement des manquants.*

Nous avons la certitude qu'on peut évaluer à 1k.,250 par hectolitre de jus à 4° la quantité de sucre qui disparaît, tant dans les écumes de défécation que dans les diverses manipulations, telles que :

La filtration sur le noir animal,
L'évaporation,
La cuite des sirops premiers jets,
La clarification et la filtration des seconds jets,
La cuite des troisièmes et des quatrièmes jets.

Il en résulte que, si l'on opère sur du jus à 4° qui contient, d'après l'expérience, en moyenne 8 k.,348 de sucre par hectolitre, la richesse saccharine de ce jus se trouve réduite en réalité à 8 k.,348 — 1 k.,250,

ou	7 k.,038
La prise en charge (à 4°) étant de	5 ,600
Il reste...	1 k.,498

Il faudrait donc, pour que la prise en charge ne fût pas trop élevée, que ce dernier reste ne fût pas inférieur à la quantité de sucre qui doit être retenue dans les mélasses.

Or, il est positif que les fabricants obtiendront cette année de 3k.,5 à 4 kilogrammes de mélasse épuisée par hectolitre de jus primitif à 4°. Un grand nombre d'entre eux assurent même qu'ils en auront davantage.

Par suite de nombreuses analyses, nous pouvons affirmer que les mélasses pesant 46 à 47 de l'aréomètre Baumé, en un mot dans l'état de concentration où elles se trouvent dans les vaisseaux de cristallisation, renferment de 48 à 50 pour 100 de sucre qu'on n'en saurait extraire par les moyens ordinairement employés.

Il restera donc dans 3k.,750 de mélasse, au minimum	1k.,800
En déduisant l'excédant de la richesse absolue sur la prise en charge	1 ,498
Il reste...	0k.,302

Il résulte incontestablement de ces exemples que les mélasses retiendront obstinément 302 grammes de sucre par hectolitre de jus à 4°, et cependant ces 302 grammes ont été pris en charge par la régie.

Si la densité du jus n'est que de 3°,5, la quantité de mélasse produite sera un peu moins considérable; on peut l'évaluer de 3 kilogrammes à 3k.,50 par hectolitre.

Remarquons aussi qu'avec des jus plus faibles la perte, dans les manipulations, sera un peu moins importante. D'après des observations certaines, elle peut être fixée, au minimum, à 1 kilogramme de sucre par hectolitre.

Cela posé, si, de la quantité de sucre contenue d'une manière absolue dans un hectolitre de jus à 3°,5 ou de...........	6k.,984
on déduit, pour la perte dans le travail..................	1 ,000
Il reste...	5k.,984
La prise en charge à 3°,5 étant..........................	4 ,900
Différence...	1k.,084
La quantité de sucre qui doit rester dans les mélasses est en moyenne 3k.,250 × 48/100 ou...........................	1k.,560
En déduisant l'excédant sur la prise en charge............	1 ,084
Reste.....................	0 k., 476

Le manquant par hectolitre de jus à 3°,5 sera donc de 476 grammes, c'est-à-dire que l'industriel qui opère sur des jus ayant une densité moyenne de 3°,75 (ce qui est le cas le plus général cette année) éprouvera tous les jours un déficit sur la prise en charge de $\frac{302 \text{ grammes} + 476}{2}$ ou 0k.,389 par hectolitre de jus. Ce déficit, il est vrai, se trouvera atténué par la décharge de 5 pour 100 que l'administration accorde sur les mélasses, mais néanmoins il sera encore fort élevé dans les conditions que nous venons d'établir. D'après les renseignements qui nous parviennent, nous croyons pouvoir affirmer que nous ne présentons pas la situation dans son jour le plus sombre, et que les manquants prendront, cette année, des proportions beaucoup plus considérables.

Est-il bien équitable de faire à un industriel une position plus défavorable lorsqu'il a des betteraves de mauvaise qualité que lorsqu'il a la chance heureuse d'en manipuler dont la densité et la richesse saccharine sont élevées? N'est-ce pas aggraver sa position que d'exiger de lui proportionnellement plus de rendement en sucre, alors que la betterave est pauvre, que lorsqu'elle est riche, et ne faudrait-il pas, dans tous les cas, quelle que fût la densité du jus, que la différence entre la richesse saccharine absolue et la prise en charge fût toujours la même que si la densité était de 5°?

Dans le tableau suivant, nous avons déduit de la richesse saccharine absolue les quantités de sucre qui devraient être prises en charge par chaque degré du densimètre, pour que les restes fussent tous égaux au chiffre 3k.,588, qui exprime l'excès de la richesse saccharine à 5° sur la prise en charge au même degré.

Densité.	Densité.	Densité.	Densité.	Densité.	Densité.
3°	3°,5	4°	4°,5	5°	5°,5
kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
5,986	6,984	8,348	9,392	10,588	11,647
2,398					
	3,396				
		4,760			
			5,840		
				7,000	
					8,059
3,588	3,588	3,588	3,588	3,588	3,588

On remarquera que, pour arriver à obtenir des restes égaux, il faut déduire par hectolitre :

Pour	3°,0	2k.,398	ou	0k.,799	× 3
—	3°,5	3 ,396	ou	0 ,970	× 3,5
—	4°,0	4 ,660	ou	1 ,190	× 4
—	4°,5	5 ,804	ou	1 ,288	× 4,5
—	5°,0	7 ,000	ou	1 ,400	× 5
—	5°,5	8 ,059	ou	1 ,465	× 5,5

Or, les facteurs qui multiplient les degrés successifs se trouvent très-rapprochés des nombres :

0k.,800, 1k.,000, 1k.,200, 1k.,300, 1k.,400, 1k.,500.

Il en résulte nécessairement que ce sont ces différents facteurs qui devraient être adoptés pour les degrés correspondants :

3°,0, 3°,5, 4°,0, 4°,5, 5°,0, 5°,5.

et alors, quelle que fût la richesse de la betterave, on n'exigerait pas du fabricant un minimum plus considérable que si la densité de cette racine était uniformément de 5°.

On ne concevrait pas évidemment que l'administration pût être plus exigeante quand le degré du jus est faible que lorsqu'il atteint le nombre 5. Si, à la fin de la campagne, elle constate des excédants dans les années favorables, ces excédants viennent augmenter le chiffre qui incombe déjà au compte du fabricant, dans les mauvaises campagnes; même avec une prise en charge établie sur des bases conformes à celles que nous venons de fonder, les excédants seraient souvent peu considérables, peut-être même seraient-ils nuls quelquefois, et, dans tous les cas, l'administration aurait toujours le droit de les prendre en charge, comme elle le fait actuellement dans les années où la betterave est de bonne qualité.

S'il était au pouvoir du fabricant de donner constamment à la betterave une richesse saccharine supérieure, il ne manquerait évidemment pas de le faire, et l'administration n'aurait-elle pas toujours alors à constater des excédants ?

La prise en charge de 1,400 grammes a été établie à une époque où l'on croyait que la richesse saccharine de la betterave était irrévocablement de 10 pour 100, et la densité la plus habituelle de 5°; mais aujourd'hui que de nombreuses observations ont démontré le contraire, aujourd'hui que le cultivateur, tenté par le haut prix que cette racine a atteint dans ces dernières années, a, pour ainsi dire, transformé la betterave en une plante plutôt azotée que saccharifère, il est certain que cette richesse de 10 pour 100 est l'exception, non-seulement dans l'arrondissement de Lille, mais encore dans beaucoup d'autres contrées.

Y aurait-il le moindre inconvénient à modifier le minimum de 1,400 grammes, conformément aux données expérimentales et positives que nous venons de développer ? Nous ne le pensons pas.

A notre avis, la prise en charge ne peut plus être considérée aujourd'hui, depuis l'établissement de la permanence, que comme un renseignement primitif destiné à éclairer l'administration sur les résultats probables de

la campagne, et à contrôler les opérations ultérieures des fabricants. *Il est peu rationnel,* en effet, *d'asseoir irrévocablement la base de l'impôt sur une donnée incertaine, entachée de nombreuses causes d'erreurs,* alors que, dans la suite des opérations, on obtient des résultats incontestables et dont l'autorité est infaillible.

On conçoit que, lorsque les fabriques de sucre n'étaient pas exercées avec la rigueur salutaire qui existe aujourd'hui, on devait exiger du fabricant la représentation rigoureuse du minimum de sucre évalué par la prise en charge ; mais, depuis l'établissement de la permanence, cette rigueur est devenue inutile, car le service est toujours assuré que l'impôt sera perçu dans son intégralité.

Non-seulement aujourd'hui l'administration fait constater par ses agents le volume du jus de betterave qui est mis en fabrication et la quantité de sucre qu'elle suppose que ce jus doit produire, mais elle est armée encore d'une comptabilité admirable, véritable chef-d'œuvre de science administrative, qui permet à l'employé de faire à chaque instant l'inventaire des sirops existant dans l'établissement qu'il est chargé de surveiller.

Sur un registre, le fabricant est obligé d'inscrire lui-même, avec une exactitude rigoureuse, les volumes de sirop cuit qu'il fait verser dans les vaisseaux de cristallisation ; un autre registre tenu par l'employé chargé du service permet d'établir, tous les jours, la situation de ces vaisseaux, de constater ceux qu'on emplit et ceux qu'on vide ; cet employé prend même une note exacte des affaissements naturels qu'éprouve le sirop par son refroidissement ; il assiste à sa purgation par les turbines ou par les moyens anciens ; il enregistre le sucre obtenu après l'avoir fait peser sous ses yeux, le fait déposer dans un magasin dont les fenêtres sont grillées et dont il conserve la clef. Enfin, il suit pas à pas les transformations qu'éprouvent les eaux mères des cristallisations successives ; pas un litre de sirop, pas un kilogramme de sucre ne peut être détourné de sa destination légitime, jusqu'au moment où il est permis au fabricant de disposer des mélasses épuisées de tout le sucre qu'elles peuvent fournir par les moyens ordinairement employés.

Il est donc incontestable, tout le monde en convient, que la fraude est matériellement impossible dans les fabriques de sucre. Dans le cas de prévarication, peut-être, des abus pourraient avoir lieu ; mais cette hypothèse est inadmissible, d'abord parce que la prévarication n'existe pas dans l'administration française, ensuite parce que le service du contrôle et de l'inspection la rend impossible.

De bonne foi, en présence de ces formidables moyens de répression, quel caractère peut avoir la prise en charge établie sur les bases actuelles ? Le premier fabricant qui, sous l'empire de la législation aujourd'hui en vigueur, a payé des manquants, a démontré l'inexactitude de la prise en charge : la première constatation qu'on a faite d'un manquant a prouvé, non pas qu'un fabricant avait fraudé, mais qu'on avait exigé de lui ce qu'il lui était impossible de fournir, c'est-à-dire plus de sucre qu'il n'en pouvait extraire de la matière première employée.

Pour nous résumer, nous croyons que, depuis l'établissement de l'exercice en permanence, le minimum exigé *à priori* d'après la densité du jus est devenu aléatoire, et que l'administration pourrait se contenter, sans

inconvénient pour le Trésor, des moyens rigoureux de répression que lui procure sa comptabilité ; toutefois, si l'on persiste à maintenir le principe d'une prise en charge quelconque, ce qui précède démontre que le chiffre de 1,400 grammes est trop élevé et doit être remplacé par un autre nombre plus en harmonie avec les résultats de l'expérience et de l'observation...

Nous ne pensons pas comme M. B. Corenwinder, à propos de l'exercice, et nous ne pouvons regarder comme salutaire une mesure vexatoire et injuste que le plus simple bon sens réprouve ; nous croyons également que l'assiette de l'impôt sur la densité est radicalement vicieuse ; mais, sur tous les autres chefs, les observations précédentes ne renferment que des faits incontestables. On peut donc dire que l'administration s'est prononcée sans avoir approfondi cette question, ou bien que, si elle en a apprécié les éléments, elle a agi sans avoir aucun égard pour de légitimes réclamations, en portant la nouvelle prise en charge à 1,425 grammes.

NOTE I.

DES PAPIERS RÉACTIFS.

Les papiers et autres agents qui servent à indiquer la présence des acides ou des alcalis doivent être conservés en vases clos, à l'abri des altérations causées par les influences extérieures.

Les papiers réactifs que l'on emploie le plus fréquemment sont le *papier de tournesol*, le *papier de curcuma* et le *papier de Fernambouc*. On se sert encore avec avantage du *sirop de violettes* dans quelques circonstances.

Les papiers sont découpés en petites bandelettes que l'on conserve en lieu sec.

Le papier de tournesol bleu dénonce l'acidité en prenant une belle couleur rouge plus ou moins prononcée. Ce même papier bleu, rougi par son immersion dans l'eau légèrement vinaigrée, lavé et séché, reprend la couleur bleue par le contact d'un alcali ou d'un sel alcalin.

Le papier de curcuma est jaune ; il ne change pas par les acides, mais il passe au brun rougeâtre par les alcalis.

Le papier rouge de Fernambouc jaunit par les acides et bleuit par les alcalis.

Le sirop de violettes passe au vert par les alcalis et au rouge violacé par les acides.

On se sert encore fréquemment de papier imbibé de la solution d'acétate de plomb et séché, pour reconnaître la présence de l'acide sulfhydrique et celle des sulfures solubles, qui le colorent en noir par la formation du sulfure de plomb.

NOTE J.

APPAREIL A CUIRE DANS LE VIDE APPLICABLE AUX PETITES USINES ET A LA SUCRERIE AGRICOLE.

Nous recommandons vivement à nos lecteurs, et, en particulier, aux per-

sonnes désireuses d'organiser de petites sucreries agricoles, annexes de la ferme, l'emploi d'un appareil à cuire dans le vide, imaginé par M. Berjot, fabricant de produits chimiques et pharmaceutiques, à Caen, pour la concentration des extraits. Cette machine est d'une remarquable simplicité et nous ne doutons pas qu'elle puisse être facilement appropriée à l'usage d'une petite sucrerie.

La partie supérieure de cet appareil s'enlève à volonté comme le chapiteau d'un alambic ordinaire, ce qui lui donne plusieurs avantages notables sur les grands appareils. Le prix en serait relativement peu élevé, et nous croyons que ce serait une heureuse acquisition pour la sucrerie agricole.

Il est certain que la cuisson dans le vide, à basse température, offre des résultats très-avantageux, comparativement à la cuite à l'air libre, mais la difficulté de se procurer aisément les grands appareils, leur prix considérable pour les petits établissements, et plusieurs autres raisons doivent faire accueillir avec faveur les tentatives qui ont pour but de mettre la cuisson dans le vide à la portée du plus grand nombre.

L'appareil dont nous parlons justifie toutes les espérances que l'on peut concevoir dans cet ordre d'idées, et nous nous proposons d'en donner la description détaillée dans la deuxième partie de cet ouvrage. Nous n'en parlons donc dans cette note que pour mémoire, en quelque façon, et dans l'intérêt des expérimentateurs.

NOTE K.

OBSERVATIONS SUR LA QUALITÉ COMPARATIVE DU SUCRE PRISMATIQUE DE CANNE ET DE BETTERAVE ; VALEUR DES TRAVAUX DE M. DRAPIÈZ.

Nous avons mis sous les yeux du lecteur les mémoires et travaux importants de M. Drapièz, pharmacien à Lille, dont le zèle et l'activité ont rendu tant de services à l'industrie indigène, lors de son début. On ne lira pas sans intérêt les observations dont ces travaux furent l'objet dans un rapport très-favorable, rédigé par M. Descostils, au nom du Comité des arts chimiques. Ce rapport, rempli de détails curieux, peut achever de constater que la France a le droit de revendiquer l'industrie sucrière indigène, puisque, la première, elle a fait de la découverte de Margraff une véritable industrie manufacturière, tout à fait différente des méthodes informes d'Achard, et, d'un autre côté, il montre quelles étaient les opinions que l'on s'était formées sur les sucres de canne et de betterave, à une époque peu éloignée de nous. Nous le reproduisons dans toute son étendue.

Dans la dernière séance générale de la Société, du 20 février 1811, M. le comte Chaptal a présenté un pain de sucre de betterave provenant de la fabrique de M. Drapièz, et qui lui avait été adressé par M. le maire de Lille. Ce fabricant a annoncé qu'il n'a eu d'autre motif pour former son établissement que le désir de présenter à ses compatriotes un exemple bon et utile à suivre, et qu'en communiquant ses procédés à la Société il n'a pas prétendu au prix qu'elle a proposé, mais qu'il a voulu seulement con-

courir au perfectionnement de ce genre d'industrie, par la publicité que pourrait recevoir son mémoire dans le *Bulletin*.

Le Comité des arts chimiques, chargé d'examiner le sucre de M. Drapièz, l'a trouvé d'un très-beau blanc, d'un grain serré et très-consistant, enfin parfaitement semblable à de très-beau sucre de canne.

On croit assez généralement que la saveur de cette espèce de sucre est un peu plus faible que celle du sucre ordinaire : on a mis beaucoup de soin à s'assurer si cette opinion était fondée.

Pour faire la comparaison, on s'est procuré un morceau de sucre de canne égal en beauté au sucre de M. Drapièz (celui que l'on a acheté a coûté 5 fr. 25 c. le 1/2 kilogramme ou 10 fr. 50 le kilogramme), parce qu'il est généralement connu que le sucre très-blanc est un peu moins sucré que le sucre commun. On a donc fait goûter les deux échantillons à un grand nombre de personnes ; mais, selon qu'elles se sont imaginé que le morceau qu'on leur présentait provenait de la betterave ou de la canne, elles ont cru le trouver moins ou plus sucré. Des hommes qui cherchaient sincèrement la vérité ont trouvé le sucre de betterave plus beau, très-sensiblement plus sucré que celui de canne, parce qu'ils s'étaient figuré reconnaître le premier pour du sucre de canne, tant l'imagination altère les jugements que nous portons sur nos propres sensations. Les commissaires qui ont goûté à plusieurs reprises les deux échantillons, en ayant soin de ne pas porter la vue sur les fragments qu'ils prenaient au hasard, assurent n'avoir jamais pu y trouver la moindre différence.

Le sucre de M. Drapièz, lorsqu'on le goûte sous forme solide, a une saveur franche et sans arrière-goût. Pour savoir si cette saveur conserverait toujours sa pureté lorsqu'elle serait affaiblie, et si elle serait, dans toutes les circonstances, semblable à celle du sucre de canne, on a fait fondre, dans des quantités d'eau égales, des quantités déterminées des deux espèces de sucre ; on a goûté ensuite les deux dissolutions : la saveur a été trouvée la même et de la même intensité. On a répété la dégustation avec ces deux liqueurs, après y avoir ajouté à plusieurs reprises de nouvelles quantités d'eau ; mais dans aucune circonstance il n'a été possible de les distinguer, et aucune saveur désagréable ne s'est fait sentir.

On s'est ensuite servi du sucre de M. Drapièz pour sucrer du café qui avait été préparé avec grand soin, et pour lequel on avait employé d'excellent moka. Des personnes, dont le palais est très-exercé en ce genre, ont trouvé que la finesse du parfum de la liqueur n'était altérée en aucune façon.

Il ne peut donc exister le moindre doute sur l'excellente qualité de ce sucre ; il a paru aux membres du Comité au moins égal à tout ce que nous avons de plus beau provenant des fabriques prussiennes, et l'on trouve même dans le commerce très-peu de sucre de canne qui lui soit supérieur en beauté. On pourrait d'ailleurs facilement lui donner la même apparence ; mais cela n'ajouterait rien à sa bonté.

La dissolubilité de ce sucre a paru aussi exactement égale à celle du sucre de canne, de sorte que tous les caractères de ces deux espèces ne peuvent laisser le moindre doute sur leur identité de nature, et elles ne doivent être considérées que comme une seule et même substance extraite de végétaux différents. S'il était nécessaire d'apporter une nouvelle preuve

de cette vérité, elle se trouverait dans la similitude parfaite des formes cristallines du sucre de canne et du sucre de betterave que les commissaires ont eu occasion d'observer. Cette conséquence est contraire à celle que M. Drapièz a tirée des résultats d'un travail entrepris pour déterminer la composition des diverses espèces de sucre et qui lui ont paru indiquer une différence notable dans la proportion des sucres de canne et de betterave; mais il est probable que cette circonstance particulière lui en aura imposé, et on ne peut que l'engager à répéter avec le plus grand soin ses expériences.

Le procédé que M. Drapièz a mis en pratique présente plusieurs points de ressemblance avec celui de M. Achard; il offre aussi une différence essentielle, qui consiste dans l'emploi de l'acide sulfureux, que M. Drapièz a substitué à l'acide sulfurique, dont se sert le chimiste de Berlin. Ici, les commissaires font connaître les moyens dont M. Drapièz fait usage et qui sont décrits en détail dans son mémoire.

Ce fabricant ne s'est pas borné à suivre la marche tracée par ses devanciers; il a cherché à perfectionner l'art encore nouveau dont il s'occupe. Le changement le plus remarquable qu'il ait introduit est, comme on vient de le dire, l'emploi de l'acide sulfureux, qui jusqu'ici n'avait été mis en usage que dans la fabrication du sucre et du sirop de raisin. Si l'on en juge par la qualité du sucre de M. Drapièz, cet acide paraît produire de très-bons effets. Il serait important d'examiner si, en le combinant au sucre immédiatement après son extraction, on ne s'opposerait pas à l'altération qu'il éprouve s'il n'est pas exposé presque aussitôt à une forte chaleur. Dans ce cas, l'usage de l'acide sulfureux procurerait un grand avantage; mais il faudrait aussi s'assurer s'il n'agit pas sur la matière sucrée, et s'il n'en diminue pas la quantité. La proportion employée par M. Drapièz a paru aux commissaires bien considérable, et il leur semble bien difficile que la saturation complète du quart du liquide à traiter ne détermine pas une forte altération des principes qui y sont contenus. L'expérience a prouvé, au reste, que si une portion du sucre change de nature, celui que l'on obtient est parfaitement beau.

Peut-être M. Drapièz pourrait-il faire quelques changements avantageux à la méthode qu'il a adoptée; par exemple, il pourrait, observent les commissaires, faire usage de la chaux vive seule, au lieu d'y joindre du carbonate calcaire (craie) dont l'effet est nécessairement beaucoup plus faible que celui de la chaux caustique.

Ils pensent aussi que si on se bornait à briser les couches cristallines qui se forment dans le premier sirop, mais sans les enlever, la cristallisation se terminerait promptement.

Enfin, il leur semble que la première dépuration des moscouades pourrait être facilitée singulièrement par l'action de la presse, qui a paru très-avantageuse à tous ceux qui se sont occupés de la purification du sucre de betterave.

Le Comité propose les légères modifications qui viennent d'être indiquées d'autant plus librement que M. Drapièz lui-même ne regarde pas ses procédés comme parfaits; mais s'il n'est point encore arrivé au degré de perfection qu'on a droit d'attendre de lui, il peut au moins se féliciter d'avoir atteint le principal but qu'il s'était proposé, et qui était de prouver,

par une expérience en grand, que la fabrication du sucre de betteraves présente des avantages réels à ceux qui l'entreprennent.

Son zèle, les motifs qui l'ont déterminé à élever sa manufacture, la beauté des produits qu'il a obtenus, méritent les éloges de la Société, et, dans le moment où l'attention du gouvernement se porte sur les moyens de faire produire à notre sol la quantité de sucre nécessaire à notre consommation, le Comité pense que le Conseil d'administration doit recommander M. Drapiéz à la bienveillance de S. Exc. le ministre de l'intérieur, comme une des personnes qui peuvent le mieux contribuer à augmenter la fabrication du sucre de betterave.

NOTE L.

MÉMOIRE DE M. ÉMILE ROUSSEAU SUR UN MOYEN DE PURIFICATION DES SUCS VÉGÉTAUX APPLIQUÉ A LA FABRICATION DU SUCRE.

Nous reproduisons textuellement ce document fort intéressant, et assurément très-curieux, qui a obtenu dernièrement les honneurs d'une Commission scientifique. Voici le texte de M. Rousseau.

« En 1849, j'ai publié déjà un *nouveau mode d'extraction du sucre*. Ce procédé est uniquement basé sur l'emploi d'une défécation méthodique opérée par une quantité de chaux proportionnelle à celle des matières étrangères au sucre, contenues dans les jus sucrés, faite à basse température ; et comme conséquence, sur la neutralisation de la chaux à l'aide d'un réactif propre à cette action, soit par l'acide carbonique, comme le plus inoffensif sur le sucre, comme le plus économique, et le plus facile à manier en fabrique. Non-seulement ce procédé a triomphé de tous les obstacles qui entourent presque toujours une chose nouvelle, mais encore il a été assez apprécié par l'industrie pour que deux cents usines l'emploient aujourd'hui tant en France qu'en pays étrangers. Malgré ses avantages, *ce procédé porte encore avec lui plusieurs inconvénients*. Toutefois le succès qu'il a obtenu a été pour moi, dès l'origine, l'engagement moral de continuer l'étude de cette belle fabrication, et de chercher non-seulement à parer aux défauts actuels, mais encore à la rendre plus simple.

« Dans le suc de la betterave on trouve toujours deux espèces de substances organiques, qui s'opposent le plus à l'extraction du sucre...

« La première espèce appartient au groupe des matières albuminoïdes et caséeuses, elle subit toutes les modifications que les réactifs exercent sur les dissolutions d'albumine et de caséine. Les sels de chaux et la chaux la coagulent ; mais, avec cette dernière, soit que, par son action alcaline propre, elle dissolve une partie de la substance végétale, et la retienne en combinaison, ainsi que l'a démontré dernièrement M. Fremy, soit qu'elle mette en liberté de la potasse ou de la soude, les jus sucrés ainsi traités restent toujours alcalins après l'action de l'acide carbonique. Ces deux effets se trouvent même réunis, et il en résulte une altération ultérieure des sirops qui se fait surtout sentir dans les bas produits de la fabrication du sucre.

« La seconde matière est une substance non colorée, le plus ordinaire-

ment, tant qu'elle est renfermée dans les cellules du végétal ; mais très-avide d'oxygène, se colorant rapidement sous l'influence de l'air, se modifiant très-vite par l'action des agents d'oxydation, à ce point, d'être en totalité transformée en cette substance brune bien connue, qui prend naissance lorsqu'on évapore les sucs végétaux. M. Chatin, dans un travail tout récent, constate à un autre point de vue l'existence de cette substance. Mon assertion se trouve donc encore contrôlée et en tout point confirmée. Cette substance, en effet, lorsqu'elle est dépouillée de toute la matière albuminoïde, réduit par la chaleur les sels d'argent, le bioxyde de mercure, etc... Par l'action de ce dernier corps, la dissolution prend même la teinte naturelle que possède le sucre exposé pendant longtemps à l'air.

« Ces faits établis, les données du problème de la simplification de la fabrication du sucre peuvent être ainsi posées, il fallait trouver :

« 1° Une substance *peu soluble* en général, *pouvant coaguler toutes les matières albuminoïdes*, sans aucune action fâcheuse ni sur le sucre, ni sur la santé, *pouvant être retirée facilement* du suc dans le cas où il en resterait une certaine quantité en solution, et enfin d'un prix peu élevé ;

« 2° Une autre substance *d'un pouvoir oxydant pour ainsi dire limité*, qui pût par son action, *soit détruire la matière colorable*, *soit la transformer en matière brune et l'absorber ensuite*, réunir aux qualités d'innocuité l'action absorbante du corps précédent, le bas prix et enfin le *pouvoir d'être régénérée indéfiniment.*

« *Le sulfate de chaux, dans quelque état qu'il soit*, naturel ou artificiel (le plâtre crû ou cuit), est celui de tous les corps que j'ai étudiés qui m'a paru remplir le mieux toutes les indications. Il est neutre, condition que je regarde comme essentielle; sans action sur le sucre, très-peu soluble; unit aux conditions d'innocuité et de bon marché un pouvoir coagulant des plus remarquables sur les matières albuminoïdes des sucs végétaux, de celui de la betterave en particulier. Cette propriété est telle, que sa dissolution suffit même en quantité relativement fort petite, pour produire cet effet. L'opération de la défécation peut donc être exécutée dans d'excellentes conditions et avec fort peu de matières; les écumes sont très-consistantes, se rassemblent bien, et le jus peut être très-facilement soutiré, dans un état de limpidité convenable.

« Le sulfate de chaux, qui enlève parfaitement toutes les substances coagulables, ne touche pas à la matière colorable; aussi le jus ne tarde-t-il pas, après sa séparation des écumes, à se colorer profondément. Le noir animal est presque sans effet immédiatement après la défécation ; il n'enlève que la matière qui s'est oxydée, car, après son action, le jus dont la coloration a beaucoup diminué ne tarde pas à se colorer de nouveau. Il fallait donc un corps oxydant qui pût faire en un temps très-court ce que l'air produit à la longue, ou bien modifier cette substance, de manière à la détruire ou à l'absorber.

« Parmi les nombreux corps que j'ai examinés à ce point de vue, et dont je m'abstiendrai de faire aujourd'hui l'énumération, *le peroxyde de fer hydraté* offre toutes les conditions les plus avantageuses. Ainsi, lorsque, après avoir enlevé par le sulfate de chaux toutes les matières coagulables d'un suc sucré, si on l'agite, soit à froid, soit à une température qui, dans aucun

cas, ne doit atteindre l'ébullition, avec du peroxyde de fer hydraté, la liqueur, filtrée, passe entièrement décolorée et purifiée de la *presque totalité* des matières étrangères de toutes sortes qu'elle contenait. En outre, le peroxyde de fer, par sa propriété bien connue d'absorber les sels alcalins et terreux, enlève la petite quantité de sulfate de chaux qui était restée en dissolution. Aussi le jus, qui, après la défécation au sulfate de chaux, réduisait le nitrate d'argent, le bioxyde de mercure, etc., ne leur fait-il subir aucune altération après son contact avec l'oxyde de fer.

« Ce jus, lorsqu'il provient d'un végétal pris dans des conditions normales, après cette purification, est parfaitement neutre aux papiers réactifs, et l'on peut le conserver au contact de l'air pendant plusieurs jours sans qu'il subisse la moindre altération ni coloration, ce qui prouve que toutes les matières pouvant jouer le rôle de ferment en ont été enlevées. Il bout très-bien, *ne se colore pas non plus par l'action de la chaleur*. Le sirop, amené au point de cuite, ne possède que cette légère teinte jaune propre à tous les sirops les plus purs. Il a fort bon goût, est dépouillé de cette saveur salée et désagréable que l'on trouve dans tous les sirops de betterave, conserve une fluidité et une limpidité remarquables; la cristallisation s'y fait avec facilité, et les cristaux sont blancs. Enfin, comme dernière preuve de la bonne purification du jus sucré par cette méthode, si l'on ajoute à du sirop cuit une quantité d'eau convenable pour le ramener à 25 ou 30 degrés de l'aréomètre, et si on le mêle en cet état avec un grand excès d'alcool à 90°, il ne se fait aucun trouble ni dépôt, même après plusieurs jours; il ne retient non plus aucune trace de fer.

« Dès lors la fabrication du sucre est donc réduite à ces seules manipulations : chauffer le jus sucré dans une chaudière avec quelques millièmes de sulfate de chaux (le plâtre naturel est le meilleur), toutes les matières coagulées se réunissent en écume compacte. Le jus clair, ainsi dépouillé, est ensuite agité avec le peroxyde de fer. Après la séparation de l'oxyde, il ne reste plus qu'à évaporer l'eau, c'est-à-dire à cuire.

« Le peroxyde de fer hydraté, qui jusqu'ici m'a paru le plus convenable, doit être à l'état de pâte consistante. 1 litre pèse 1,145 environ ; il contient 70 à 80 pour 100 d'eau. La quantité qui doit être employée varie en raison de la nature du végétal, de son espèce et de son état de conservation. Elle ne dépasse pas, comme limite extrême, 8 à 10 pour 100 du jus, ce qui revient à 2 pour 100 environ de matière solide, le reste étant de l'eau. Dès à présent son prix est de beaucoup inférieur à celui du noir animal, car il peut être livré à 5 ou 6 francs les 100 kilogrammes, et sans doute ce prix s'abaissera beaucoup encore par la suite.

« En résumé, *le procédé que je propose aujourd'hui n'est plus basé sur des moyens plus ou moins empiriques*, ni sur l'action de machines plus ou moins ingénieuses, mais dont les effets sont subordonnés à des *conditions variables ou à des tours de main*; il repose sur des relations chimiques déterminées, précises, qui en sont la justification en même temps qu'elles en font la certitude. Le sulfate de chaux et le peroxyde de fer enlèvent les substances étrangères au sucre et ne lui cèdent rien.

« Pour compléter cet ensemble, concurremment avec mon ami M. Mariotte, ingénieur, nous approprions en ce moment un matériel aussi simple que peu coûteux à cette fabrication, afin de la rendre pratique partout, et

particulièrement aux colonies, et pour l'agriculture, à qui la pulpe de betterave est devenue aujourd'hui presque une nécessité pour l'alimentation du bétail. »

Il nous paraît superflu de discuter les opinions de M. E. Rousseau, qui est certainement intéressé à se donner raison ; cependant, il convient de faire observer que le procédé *nouveau* de Barruel, *réinventé* par M. Rousseau, en 1849, après une quarantaine d'années d'oubli, est reconnu par le second inventeur comme portant encore avec lui *plusieurs inconvénients.*

Le nouveau procédé substitué à celui-là se compose de l'*emploi du sulfate de chaux*, appartenant au domaine public depuis Mathieu de Dombasle, et de celui du peroxyde de fer, à l'état gélatineux, qui est susceptible d'être réclamé par d'autres, en vertu de droits antérieurs à ceux de M. E. Rousseau. D'autre part, ce corps, qui n'enlève que la *presque totalité* des matières étrangères, a donné à M. Rousseau des difficultés de filtration considérables dans une série d'expériences sur lesquelles nous n'avons nullement à nous étendre. La fabrication ne doit pas être une question de théorie ou de laboratoire seulement, mais bien l'application industrielle de la théorie, vérifiée par des résultats manufacturiers.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES.

LIVRE II.

FABRICATION EN GRAND DES SUCRES BRUTS.

CHAPITRE I. — PRINCIPES GÉNÉRAUX SUR LESQUELS REPOSE LA FABRICATION ACTUELLE.

CHAPITRE III. — EXTRACTION DU SUCRE DE CANNE. — MÉTHODES DIVERSES. — APPAREILS. — PRODUITS OBTENUS.

CHAPITRE IV. — EXTRACTION DU SUCRE DE SORGHO. — VALEUR DE CETTE BRANCHE DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE. — SUCRE DE MAÏS.

CHAPITRE V. — DES SUCRES D'ÉRABLE ET DE BOULEAU. — AVANTAGES DES SÉVES SUCRÉES SUR LES JUS ET VESOUS EXPRIMÉS.

CHAPITRE VI. — EXTRACTION DU SUCRE DE BETTERAVE. — MÉTHODES. — APPAREILS USITÉS.

CHAPITRE VII. — DU SUCRE DE LA CAROTTE. — SUCRE DE CHATAIGNE. SUCRE DES CUCURBITACÉES. — SUCRE DE LAIT. — SUCRE DE CHAMPIGNONS.

CHAPITRE VIII. — SUCRE DE MIEL. — SUCRE DE RAISIN. — SIROPS DIVERS. — GLYCOSE.

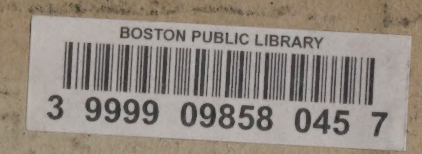
CHAPITRE IX. — TRAITEMENT DES MÉLASSES.

CHAPITRE X. — DES MODIFICATIONS A APPORTER A LA FABRICATION DES SUCRES BRUTS.

APPENDICE.

DOCUMENTS COMPLÉMENTAIRES.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.


BOSTON PUBLIC LIBRARY
3 9999 09858 045 7